

UNIVERSITA' DI BOLOGNA



Dipartimento di Fisica – Settore di Geofisica

Rapporto tecnico

LA STAZIONE GPS PERMANENTE DI CONSELICE (RA)

Massimo Bacchetti

LUGLIO 2008

LA STAZIONE GPS PERMANENTE DI CONSELICE (RA)

Massimo Bacchetti

Nell'ambito della ricerca sulla subsidenza del territorio Romagnolo, mi è stato dato l'incarico di identificare un sito idoneo alla strutturazione di una stazione GPS permanente, in una zona quanto più possibile centrale rispetto alle altre stazioni permanenti, già presenti nell'area.

Ho quindi individuato nei Comuni di Massa Lombarda, Lugo e Conselice i possibili territori candidati allo scopo.

La necessità di rivolgersi ai Comuni, si riassume con l'esigenza di avere un appoggio istituzionale per potere trovare un sito dove eseguire una installazione che offra ogni tipo di garanzia, quale una struttura ben consolidata e sicura su cui ancorare il vertice (caposaldo), la possibilità dell'allacciamento ad una alimentazione elettrica (possibilmente a titolo gratuito), la vicinanza di un impianto telefonico, la collocazione protetta da furti e danneggiamenti oltre alla certezza della presenza di operatori che lavorano essi stessi in ambito pubblico, e quindi, probabilmente, hanno una maggiore sensibilità riguardo al nostro lavoro.

Martedì 25 settembre 2007

1° ricognizione

Massa Lombarda

Come primo approccio ho eseguito una ricognizione nel territorio del Comune di Massa Lombarda, dove ho contattato un funzionario tecnico.

Dopo avergli illustrato le nostre esigenze, ha indicato un unico luogo, una torre risalente agli anni '30 (foto 1 e 2).

Non ho potuto eseguire un sopralluogo interno per l' indisponibilità, al momento, del funzionario, quindi sono andato a vedere da fuori.

L'altezza della torretta (8-9 metri), la non ben chiara destinazione d'uso della struttura, la presenza di numerose antenne sulla copertura oltre alla impossibilità di eseguire l'installazione senza dovere fare allestire una impalcatura esterna, molto dispendiosa, ha reso immediatamente non appetibile per i nostri scopi il sito.



foto 1 - Fronte



foto 2 - Laterale

Conselice

Nella sede del Municipio di Conselice ho trovato la grande disponibilità di un tecnico comunale e del Vicesindaco, il quale, oltre ad ascoltare attentamente i nostri progetti, si è interessato a tal punto da dedicarmi molto tempo, accompagnandomi a visionare ogni struttura pubblica del Comune, dal palazzetto dello sport fino alla Scuola media della frazione di Lavezzola (foto 3 e 4).



foto 3 – Palazzetto dello sport



foto 4 – Scuola media

Tra queste due strutture, quella che teoricamente avrebbe potuto ospitare la stazione, è senz'altro la scuola media, poiché si tratta di uno stabile ben consolidato da molto tempo (anni '60 – '70), con buone fondamenta, anche se si tratta di una costruzione assemblata con manufatti in cemento armato probabilmente costruito tramite carpenteria metallica. Questa tecnica di costruzione presuppone un problema di dilatazione dei materiali, specialmente nei loro punti di giunzione. Oltre a ciò l'altezza della struttura è notevole, e questo non ha giocato a favore.

Proseguendo nella ricognizione, ho potuto vedere la sede della Scuola dell'infanzia (foto 5). Questa struttura, vicina al centro di Conselice, risale agli anni '40, è costruita in mattoni ed ha un'altezza di circa 5 metri.

La base dell'intero stabile è larga ed ha una curiosa conformazione frontale, tale che un grosso e spesso muro di base trilaterale si eleva appena oltre l'altezza del tetto.

L'edificio si trova al lato di una piazzetta, vicino ad abitazioni private che comunque sono circa della stessa altezza.

Per questo motivo non esistono ostacoli alla ricezione dei segnali satellitari da tutte le direzioni.

Sopra ad uno dei lati del muro descritto in precedenza, ho subito individuato un possibile punto sul quale eseguire l'installazione dell'antenna geodetica (foto 6).



foto 5 – La Scuola dell'infanzia di Conselice



foto 6 – La freccia indica il punto appetibile per il vertice

E' comunque consuetudine valutare ogni aspetto in ogni possibile sito candidato a divenire stazione GPS.

In entrambe le postazioni ho dunque visionato, oltre al punto fisico sul quale installare il vertice sul quale posizionare l'antenna dello strumento, anche il sito dove fisicamente si deve collocare il ricevitore GPS con tutte le attrezzature di supporto ad esso.

Questo ultimo aspetto è anch'esso piuttosto complicato da gestire, poiché oltre al fatto che non è così ovvio riuscire a trovare un luogo adatto, c'è l'esigenza di un posto comodo, facilmente accessibile dagli operatori che nel corso della lunga attività dello strumento (una stazione permanente si progetta pensando di usufruire dei dati a partire da almeno 5 anni di attività), possano facilmente avere l'accesso alla strumentazione, che presumibilmente avrà bisogno di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Quindi occorre trovare una sistemazione che sia consona alle esigenze della struttura ospite, e allo stesso tempo che sia protetta il più possibile.

Normalmente, se tale posto si trova in un interno, si utilizza un armadietto in lamiera di ferro di dimensioni che variano da 50 a 100 cm. di larghezza, per una altezza di 100 cm.

Occorre inoltre considerare il percorso del cavo di collegamento tra l'antenna e il GPS, che dovrà essere il più possibile breve (per evitare dispersioni di segnale), ed entrare nell'armadio.

All'interno di esso saranno posizionati tutti gli strumenti occorrenti alla stazione, come schematizzato in figura 1.

Nel caso della Scuola dell'infanzia, non esistendo un luogo interno dove posizionare il mobile, ho valutato l'opportunità di utilizzare un **manufatto in cemento** da esterno.

Per il progetto della linea di distribuzione del cavo antenna, si è rimandato ad altra data un secondo sopralluogo, che dovrà avvenire nel sottotetto della Scuola.

Aiutato dal mio accompagnatore e da diverso personale delle scuole e non, che durante la ricognizione si è succeduto, si è arrivati in entrambi i casi una prima **valutazione di fattibilità**.

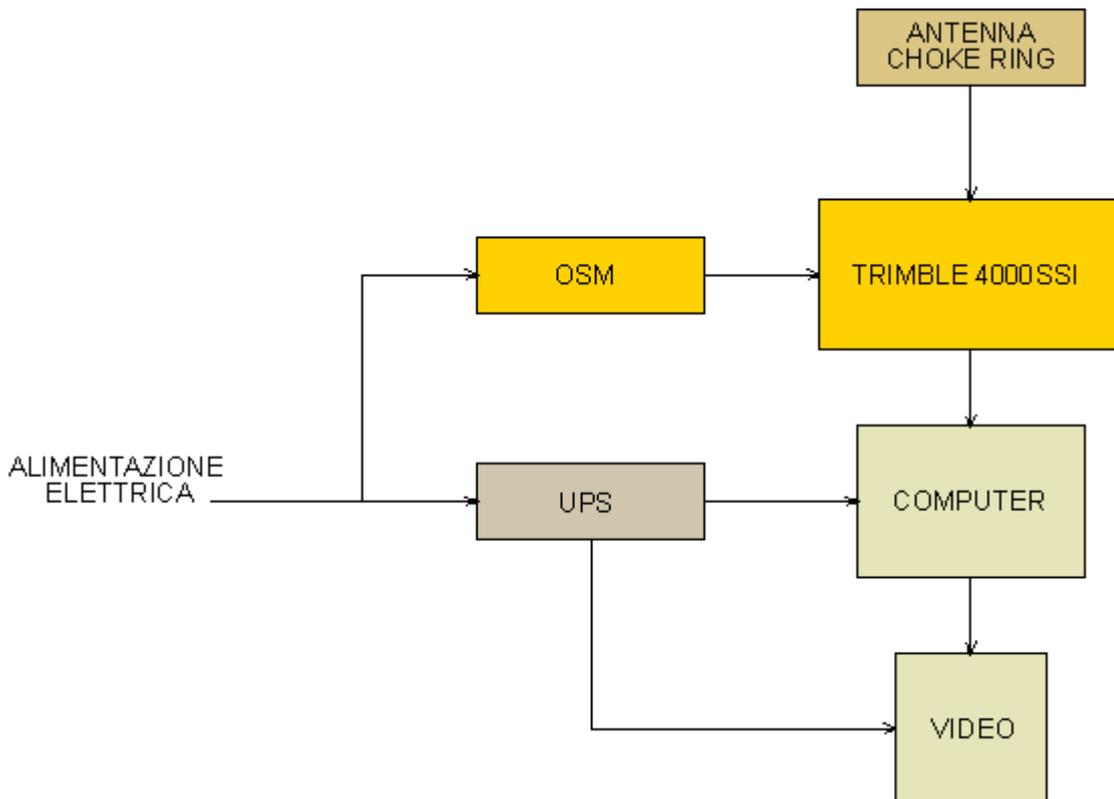


figura 1 – La composizione della stazione cambia in base al tipo di strumentazione che si intende utilizzare

Lunedì 12 novembre 2007

2° ricognizione

Conselice

Dopo avere contattato e fissato un appuntamento con il responsabile della squadra operai del Comune di Conselice, si è eseguito il sopralluogo nel sottotetto della Scuola dell'infanzia.

L'accesso è interno ad un'aula, perciò si è aspettato che i bambini fossero usciti dalla Scuola.

Il sottotetto è apparso abbastanza inospitale e percorribile con una certa difficoltà.

Si è comunque valutata la possibilità di stendere il cavo antenna fino al punto di uscita all'esterno, sulla perpendicolare della posizione individuata già nella prima ricognizione, per la sistemazione del manufatto da esterno.

Resta un punto a sfavore nel fatto che la distanza tra l'antenna e il GPS impone un cavo lungo almeno 50 m, limite universalmente considerato come massimo per questo tipo di installazioni.

Rientrato in sede, assieme al Docente responsabile del progetto, visionate le fotografie dei siti candidati, valutate le condizioni interne ed esterne degli stabili, osservate le difficoltà e i

vantaggi, si è convenuta la scelta della **Scuola dell'infanzia di Conselice** come sito più idoneo alla edificazione della stazione GPS permanente

Progettazione e richiesta autorizzazione

A tale punto, occorre produrre un progetto, da presentare alle autorità locali, unitamente alla richiesta ufficiale rivolta alle autorità del paese, per l'utilizzazione del sito, da parte del Docente responsabile dell'operazione.

Il progetto consiste nella produzione di una serie di disegni che simulano la posizione, la dimensione e, per quanto possibile con una tecnica di questo genere, il colore dell'antenna geodetica da installare sul coperto dell'edificio, oltre alla virtuale visualizzazione del manufatto contenitore di tutta l'altra attrezzatura (foto 7 -10)



foto 7 – Simulazione antenna frontale



foto 8 – Simulazione antenna laterale



foto 9 – Posizione del manufatto

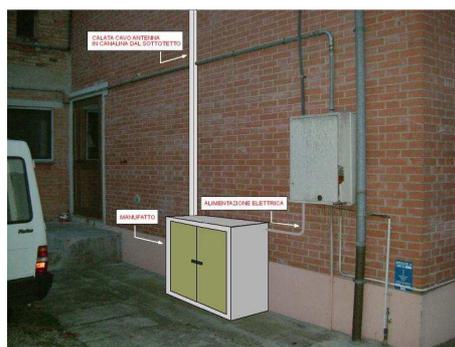


foto 10 – Simulazione del manufatto

In data 28 novembre 2007, questa documentazione e la lettera di formale richiesta è stata inoltrata all'attenzione del Sindaco di Conselice.

In data 23 gennaio 2008, il Sindaco, tramite il Responsabile dell'ufficio tecnico del Comune, ha autorizzato l'installazione dell'impianto.

Il manufatto è stato reperito presso una ditta di materiali edili del paese.

Si tratta di un mobile con dimensioni di cm. 135 x 40 x 110h, dotato di portelli in vetroresina, che offrono, a differenza della lamiera normalmente utilizzata, una notevole resistenza termica, aspetto molto importante se si considera la strumentazione che dovrà contenere.

Oltre a questo aspetto di notevole importanza, ho comunque fatto predisporre l'esecuzione di 4 fori di 20 cm. di diametro, due per lato, che saranno poi dotati di griglie di aerazione (figura 2).

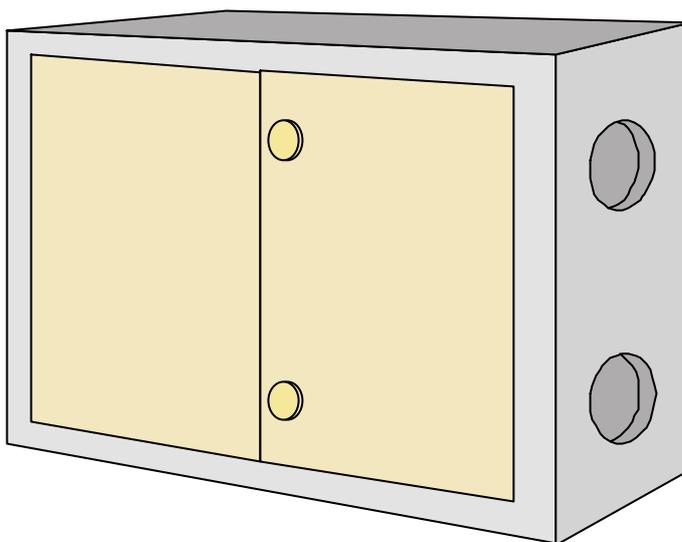


figura 2 – Disegno schematico del manufatto con fori laterali

Sabato 24 maggio 2008

Distribuzione cavo coassiale ed installazione antenna geodetica

L'appuntamento con il responsabile della squadra operai del Comune di Conselice è stato fissato di sabato per la necessità di potere fruire liberamente dei locali della struttura adibiti ad aule, senza che, ovviamente, vi fossero i bambini.

Per questo motivo, il lavoro della giornata produrrà, oltre al posizionamento del **cavo di collegamento**, anche la **materializzazione del caposaldo** e l'**installazione dell'antenna geodetica**, in modo da non dovere più salire sul coperto.

Fase 1 – Ricerca dei passaggi del cavo di collegamento tra antenna e GPS

In primo luogo siamo saliti nel sottotetto per verificare il percorso che avrebbe dovuto fare il cavo antenna, per potere uscire sulla verticale del manufatto (foto 9 e10).

Inoltrandoci tra le pareti di sostegno della copertura, abbiamo purtroppo rilevato che il pavimento del solaio diventava calpestabile solo su travature allestite allo scopo.

Oltre a ciò, l'accesso diventava sempre più ostico come dimensioni di passaggio.

La pericolosità e la difficoltà della situazione, ci ha convinto a cercare un'altra soluzione.

Salendo sopra al coperto, il mio accompagnatore ha individuato un'altra via, percorribile più facilmente, che imponeva solo una diversa posizione del manufatto, accettabilissima per le esigenze di entrambi.

Questo nuovo percorso avrebbe permesso di potere usufruire del cavo di collegamento antenna di 30 m. potendo così contare su una minore dispersione di segnale.

Con un unico foro di 25 mm. di diametro eseguito con il trapano martellatore in mia dotazione, ho fatto uscire il cavo dal sottotetto.

Per l'altro capo ho approfittato di un passaggio già esistente.

Congedato il mio accompagnatore, che aveva altri impegni, ho iniziato le operazioni per l'ancoraggio del caposaldo.

Fase 2 – Preparazione della sede del vertice 3D

Il caposaldo da utilizzare è un vertice 3D (foto 11), dotato di un gambo di ancoraggio e di una parte superiore di 80 mm. di diametro, con una filettatura centrale che occorre al fissaggio del supporto dell'antenna.



foto 11 – Verice 3D in acciaio inox

Con il trapano martellatore dotato di fresa a tazza ho tracciato l'impronta della sede, liberata poi completamente con l'ausilio di uno scalpellino (foto 12 e 13)



foto 12 – Fresatura



foto 13 – Sede pulita

Proseguendo nel lavoro ho montato la punta da 25 mm. di diametro e ho praticato il foro, sede del gambo del vertice (foto 14 e 15).



foto 14 – Fase di lavorazione



foto 15 – Sede completata

Con un attrezzo¹ appositamente progettato e costruito allo scopo (foto 16), ho fondato il vertice 3D utilizzando la resina bicomponente (foto 17).

L'utilizzo della resina, per questa operazione, è abbastanza impegnativa nel momento in cui è presente una temperatura esterna abbastanza elevata, come nel caso in oggetto, perché i tempi di indurimento si accorciano notevolmente fino a raggiungere un periodo stimabile in pochi minuti.

Occorre quindi predisporre tutto in perfetta sequenza e lavorare rapidamente.



foto 16 – Sistema di monumentazione per capisaldi 3D



foto 17 – Vertice resinato

Fase 3 – Installazione antenna geodetica

Atteso i tempi necessari al completo consolidamento del vertice resinato, ho completato il lavoro esterno avvitando il supporto dell'antenna.

Si tratta di un cilindro in alluminio o acciaio inox diviso in due parti per permettere l'orientamento a nord dell'antenna (figura 3 - foto 18).

Nella parte inferiore è dotato di una filettatura esterna che consente l'accoppiamento al vertice, mentre nella parte superiore è prevista una filettatura, di diametro inferiore, per l'avvitamento diretto dell'antenna geodetica.

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.

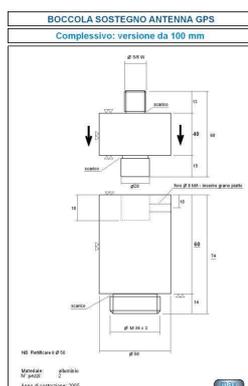


figura 3 – il progetto del supporto dell'antenna geodetica



foto 18 – Il supporto nella sede

Il passaggio successivo è semplicemente l'avvitamento dell'antenna alla base appena predisposta e l'allacciamento al cavo di collegamento con il GPS. Il cavo andrà poi fissato alle pareti della struttura ospite utilizzando passacavi metallici tassellati (foto 19).



foto 19 – Antenna installata

Mercoledì 11 giugno 2008

Posizionamento manufatto

Il manufatto è stato trasportato con il camion della ditta fornitrice dotato di gru. La movimentazione è stata piuttosto difficoltosa, oltre che per il peso notevole del mobile, anche per la difficoltà di manovra del mezzo di trasporto, relativamente ingombrante, in un luogo avente spazi di manovra limitati (foto 20).

A posizionamento avvenuto, con l'aiuto di un piede di porco, ho provveduto a livellare il manufatto, utilizzando spessori metallici e legnosi (foto 21).



foto 20 – Movimentazione del manufatto



foto 21 – Livellamento del manufatto

Ho poi provveduto a cementare la base del manufatto utilizzando malta pronta, avendo cura di fare penetrare il materiale in profondità, allo scopo di creare una base stabile e sicura (foto 22).

Successivamente ho installato la mensolatura in legno preparata in laboratorio (foto 23).



foto 22 – Fase di lavorazione



foto 23 – Mensolatura

Proseguendo nel lavoro di preparazione ho legato con fascette in plastica il cavo dell'antenna lungo un supporto esistente, fino al punto sulla verticale del quale fisserò la canalizzazione esterna (foto 24).



foto 24 – Fase di lavorazione

Venerdì 13 giugno 2008

- Canalizzazione cavo antenna e alimentazione elettrica
- Finiture finali
- Programmazione e inizio acquisizione dati stazione GPS

La giornata prevedeva l'appuntamento con il responsabile della squadra operai del Comune di Conselice, che aiutato da un suo collaboratore doveva consentire l'uscita di un cavo elettrico dalla struttura della scuola, per permettermi di allestire il manufatto con corrente elettrica.

Mentre gli operai provvedevano a predisporre l'allacciamento elettrico, ho eseguito un foro nel centro del manufatto, in posizione alta, proseguendo poi per circa 15 cm. nel muro esterno la scuola dietro al manufatto stesso, utilizzando il trapano martellatore ed una punta da 25 mm. di diametro.

Lo scopo di questo foro riguarda la sicurezza dell'installazione; successivamente, infatti, ho inserito un pezzo di tondino di ferro ancorato tra il manufatto e il muro con resina bicomponente (foto 25).

Questa operazione, a prima vista superflua vista la base di cemento costruita, è stata eseguita per puro scrupolo e per eccesso di prudenza.

D'altra parte, il peso notevole del manufatto non consente alcuna superficialità



foto 25 – Tondino tra manufatto e muro



foto 26 – Allestimento canalizzazione

Nel frattempo il cavo elettrico è stato reso disponibile. Ho quindi iniziato il lavoro di canalizzazione sia di questo che del cavo dell'antenna, fino a raggiungere il punto di ingresso del manufatto (foto 26).

Per l'inserimento ho utilizzato una mascherina costruita in laboratorio, dotata di una coppia di gommini che si sormontano l'un l'altro, per consentire lo scivolamento dell'acqua.

Il foro d'ingresso era stato programmato in fase di studio del progetto e fatto realizzare insieme ai fori laterali di aerazione (foto 27 e 28)



foto 27 – Inserimento cavi



foto 28 – Particolare della canalizzazione



foto 29 – Allestimento strumentazione



foto 30 – Particolare del ricevitore GPS

La fase finale è stata la sistemazione di tutta la strumentazione all'interno del manufatto, l'allacciamento elettrico, le connessioni tra le varie componenti e la programmazione dello strumento (figura 1 - foto 29 e 30).

La stazione ha iniziato regolarmente a registrare i dati satellitari.

E' previsto in un secondo tempo l'allacciamento ad una linea telefonica dedicata, che consentirà lo scarico dei dati in remoto.

In questa fase iniziale, i dati saranno raccolti manualmente con cadenza mensile.

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