

UNIVERSITA' DI BOLOGNA



Dipartimento di Fisica – Gruppo di Geofisica

Rapporto tecnico

# **Costruzione di un box di protezione per un Gravimetro Superconduttore GWR023**

Massimo Bacchetti (gruppo STAR)

Aprile 2012

La stazione Radioastronomica di Medicina, in provincia di Bologna, gestita dall'INAF (Istituto Nazionale di Astrofisica), oltre ad ospitare due grandi strumenti, la grande Croce del Nord ed una parabola di 32 m. di diametro, impiegati in diverse osservazioni scientifiche, ospita anche la G-House, gestita da una collaborazione tra il Dipartimento di Fisica, sezione di Geofisica dell'Università di Bologna e la Federal Agency for Cartography and Geodesy di Francoforte (BKG), in Germania.

Si tratta di una piccola struttura metallica, di circa una trentina di metri quadri, appartenente al Dipartimento di Fisica dell'Università di Bologna, al cui interno si è ricavato un laboratorio adibito a misurazioni microgravimetriche (foto 1).



1

Tutto ciò riguarda la Rete Geodetica Combinata Europea (ECGN), che raccoglie alcune serie storiche di dati ottenuti da diversi strumenti di misura che acquisiscono continuamente osservazioni spaziali e gravitazionali, oltre che parametri supplementari quali la meteorologia circostante le stazioni, il livello delle acque sotterranee e la livellazione di precisione di punti quotati.

L'obiettivo è assumere un sistema integrato Europeo di alto livello per ottenere informazioni sulla stabilità continentale soprattutto per quel che riguarda la componente in altezza, arrivando a precisioni dell'ordine del centimetro.

L'Ente di Ricerca di Francoforte quindi, nel lontano 1996 sulla base della citata collaborazione, ha installato nella G-House un Gravimetro relativo superconduttore GWR023 di loro proprietà, strumento di elevatissima sensibilità, in grado di arrivare a misurare il "nanogal", ossia 1 millesimo di miliardesimo della gravità della superficie terrestre, ed ha iniziato le misure che da 16 anni si susseguono senza mai alcuna interruzione.

L'estrema sensibilità dello strumento ha imposto, fin da subito, la climatizzazione costante del locale che lo ospita, stabilizzato sui 22° C circa per tutto l'arco dell'anno.

Gli scienziati della BKG, notarono, però, che la ventilazione del condizionatore d'aria, probabilmente ad opera del suo continuo accendersi e spegnersi sulla base delle temperature esterne, influiva negativamente sui piedini dello strumento, regolati da sensibilissimi micrometri che poggiano su tre cubi di marmo (foto 2).

2



2

Evidentemente essi risentivano dei flussi di aria diretta su di loro modificando in tale modo, seppure a livello minimale, la stabilità del gravimetro.

Quindi, a quei tempi, pensai di risolvere il problema con una copertura leggera in modo che si potesse agevolmente rimuoverla.

La scelta ricadde su una tenda, tipo cambusa da campeggio o capanno per cacciatori, giustamente dimensionata, che trovai in commercio.

Per anni tale soluzione è stata adeguata, o perlomeno accettabile, poiché effettivamente il materiale di nylon, di cui era costituita la tenda, consentiva una impermeabilità ai flussi d'aria colpevoli del problema descritto.

Rimaneva però la disagiata necessità di imbastire una ulteriore barriera ai piedi della tenda, con teli di nylon fermati da nastri adesivi e pesi, per impedire all'aria di infiltrarsi attraverso il pur ridotto spazio presente tra il bordo inferiore della tenda ed il pavimento. Anche questo dava fastidio al sistema (foto 3).



3

3

Oltre a tutto ciò, nell'ultimo periodo, alcuni strappi accidentali, dovuti al tempo trascorso ed alla necessità di movimentare la struttura abbastanza spesso, hanno imposto una rivalutazione del problema.

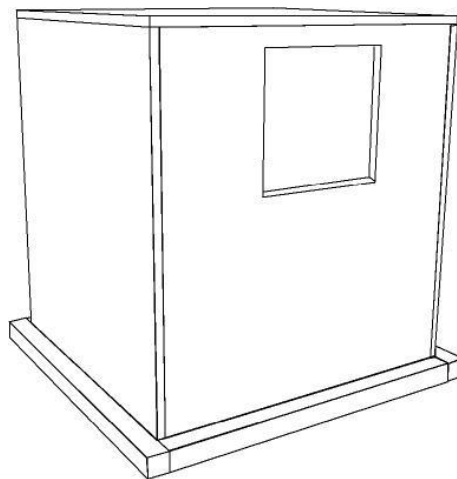
Sono stato perciò coinvolto ed ufficialmente investito della responsabilità di trovare un sistema diverso e più efficiente per isolare lo strumento dall'ambiente circostante.

A prescindere dalla richiesta ufficiale da parte della BKG, avendo a che fare con il Gravimetro da molto tempo per parecchie esigenze diverse, risolte con miei interventi diretti che hanno evitato al Dipartimento tedesco di venire in Italia troppo spesso con evidente abnorme impiego di fondi, il problema descritto è sempre stato in qualche modo ben presente nella mia mente, tanto da avere, negli ultimi tempi, pensato a qualche soluzione.

Quella più accettabile, sulla base di esperienze di vario tipo acquisite negli anni sulle possibilità di manipolazione di vari materiali, oltre che a conoscenze relative al comportamento dei materiali stessi ed infine sul fatto che la struttura avrebbe dovuto avere una sostanziale leggerezza, ho pensato di progettare un box utilizzando lastre di polistirolo di vario spessore, che sarebbero state unite utilizzando collanti adeguati ma che avrebbe dovuto avere, come caratteristica principale, la possibilità di essere completamente smontabile in pochi secondi ed in maniera semplice, tale per cui anche un solo operatore potesse eseguire l'operazione.

La maggiore difficoltà stava nell'estrema fragilità del polistirolo, che avrebbe dovuto essere rinforzato in qualche modo, soprattutto nei punti di presa e dove il carico del peso stesso della struttura non tendesse a deformare il complesso di lastre.

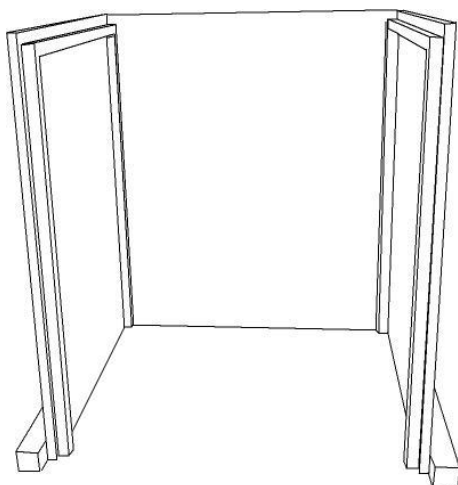
Dopo alcuni schizzi, la scelta è ricaduta su di un box dotato di base allargata, per dare più stabilità, costituita da barre a sezione quadra, che avrebbero dato sostegno ad una semplice struttura a parallelepipedo con finestrella di ispezione e tetto piano (fig. 4).



4

L'interno delle lastre sarebbero state rinforzate da barre a sezione quadra incollate lungo il loro perimetro che, oltre a rendere più rigidità, sarebbero anche servite da battenti su cui le lastre stesse avrebbero appoggiato l'un l'altra, creando uno squadro perfetto ed impenetrabile all'aria (fig. 5).

4



5

La scelta dello spessore delle lastre è stato condizionato da ciò che offriva la rete commerciale. Ho trovato lastre di 30 mm per la struttura quadrangolare, il tetto piano ed i rinforzi del medesimo, i 40 mm per le barre quadre di battuta e gli 80 mm per le barre quadre della base.

Le dimensioni delle lastre da acquistare erano diverse in base allo spessore.

A questo punto, il lavoro si doveva sviluppare su due linee: la progettazione vera e propria ed il successivo problema del taglio delle lastre, che sarebbe dovuto essere molto preciso e soprattutto molto curato negli squadri.

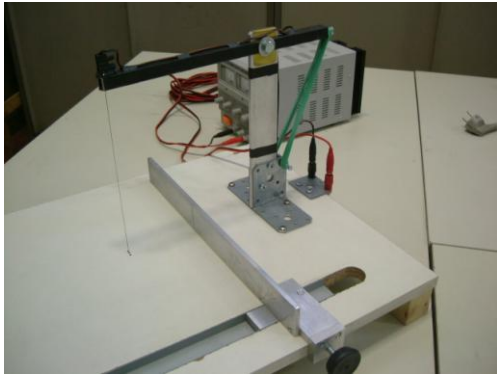
Si trattava di eseguire tagli molto lunghi, fino a 1200 mm su spessori di 30-40 mm e fino a 1000 mm sullo spessore di 80 mm. Molto problematico, quest'ultimo!

Per ottenere tagli perfetti, dunque, a 90° dall'inizio alla fine, ho pensato di costruire un attrezzo per il taglio a caldo del polistirolo.

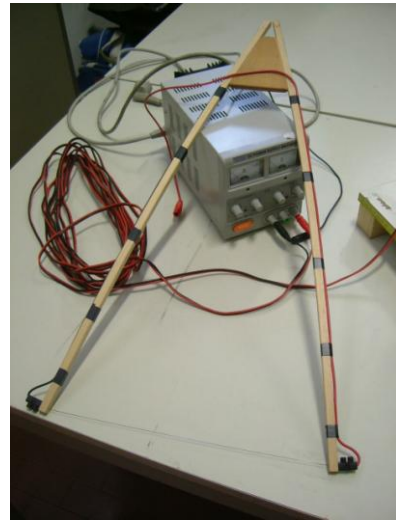
Utilizzando materiali di recupero, ho attrezzato un piano in legno rivestito in formica (quindi piuttosto scivoloso) di buone dimensioni, sul quale ho fissato una sottile piastra di supporto in acciaio supportata da due angolari di sostegno. Un tubolare quadro basculante fissato sulla piastra tramite un solo dado ed un bullone hanno completato l'archetto che avrebbe tenuto in tensione il filo di acciaio caldo tramite un semplice e robusto elastico.

Restava da progettare una guida, su cui fare scorrere le lastre, sufficientemente ampia e dotata di possibilità di muoversi per determinare la misura da tagliare, regolata, quindi, da una fettuccia graduata. Per tale problema un angolare di alluminio attrezzato con un bloccaggio esterno al piano di lavoro si è rivelato sufficientemente risolutivo.

Per i tagli più estesi, dove l'escursione della guida non era sufficiente per effettuare i tagli stessi, ho pensato di costruire un secondo archetto, questa volta in legno, totalmente manuale e dotato di lunghi bracci che hanno consentito il taglio di una lastra fino a 45 cm di profondità (foto 6 – 7).



6



7

Lo squadro, in questo caso, sarebbe stato garantito dall'impacchettamento della lastra da tagliare tra due guide (ad esempio due aste di legno o di metallo ben diritte), bloccate con morsetti sull'esatta linea di taglio, sulle quali fare correre l'archetto a mano.

Infine, ho dotato entrambi gli attrezzi di un collegamento elettrico utilizzando semplici morsetti fermacavi che sono serviti anche come bloccaggio del cavetto d'acciaio, collegati tramite piattina rossa/nera alle banane per la connessione veloce ad un trasformatore (foto 6).

La corrente necessaria al corretto utilizzo del filo a caldo è di circa 4 Ampere, o poco di più (ma questo dipende anche dal materiale e dallo spessore del filo utilizzato). Questa corrente permette una corsa di taglio abbastanza rapida ma non troppo. Se fosse troppo caldo andrebbe certamente più veloce, ma tenderebbe a fondere troppo materiale rendendo il lavoro imperfetto.

A questo punto i tagli si sono succeduti rapidamente e seguendo il progetto ho prodotto tutti i pezzi necessari. Poi, utilizzando del mille chiodi, ho cominciato ad assemblare lastre e listelli (foto 8 – 9).



8

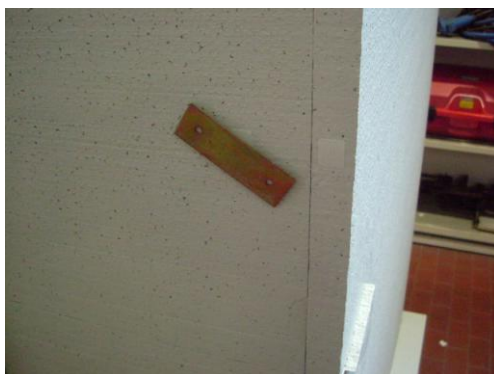


9

Ho proceduto poi con la verniciatura delle lastre assemblate, con il duplice scopo di stendere una patina di protezione e, perché no, rendere più gradevole esteticamente il box. La scelta è ricaduta su una vernice all'acqua di un sobrio colore grigio chiaro.

Rimaneva da stabilire il sistema di chiusura, che avrebbe dovuto essere il meno invasivo possibile data la fragilità del materiale di costruzione.

Ho pensato ad un semplice sistema a "velcro", costituito da una piastrina metallica sulla quale sarebbe stata incollata la sezione lanuginosa e due piccoli quadratini, la parte uncinata, incollati sui due settori da tenere insieme (foto 10).



10

Utilizzando questo sistema, con sole 8 piastrine metalliche ho risolto ogni problema, unendo la leggerezza all'estrema rapidità di montaggio e smontaggio del box, essenziale per le molteplici tipologie di intervento sullo strumento oltre alla necessità di non eseguire troppe ed invasive manovre supplementari nei dintorni del Gravimetro, stante la sua estrema sensibilità.

Nemmeno la copertura ha avuto bisogno di essere fissata, poiché è stato sufficiente utilizzare unicamente l'incastro ottenuto dal sistema di assemblaggio e fissaggio. E' stato sufficiente creare due manopole ad hoc per il suo sollevamento (foto 11).

Il posizionamento di 8 mattonelle sulle pedane della base aventi funzione di pesi per aumentare la stabilità generale ed il posizionamento della finestrella di ispezione hanno concluso il lavoro (foto 12).



11



12

La “custodia” del Gravimetro superconduttore ha riscontrato un gradito successo esternato dai proprietari, che hanno esaltato l’idea, l’estetica e le soluzioni tecniche adottate.

Ma oltre a questo, ciò che è stato particolarmente gradito è stata l’inaspettata notizia, a solo qualche giorno di distanza dalla conclusione del lavoro, impossibile da valutare prima della costruzione, che la nuova struttura ha contribuito a rendere i risultati dello strumento più “puliti”, migliorando la qualità della serie di dati e quindi la ricerca in atto.

Il motivo, se tale positività continuerà a riscontrarsi, è tanto incredibile quanto semplice: il polistirolo è un materiale fonoassorbente, quindi smorza il rumore, piuttosto importante, che proviene dal compressore criogenico allacciato costantemente alla testa fredda del Gravimetro Superconduttore.

Non era quindi solo una questione di flussi d’aria condizionata, ma c’era anche l’esigenza di creare un migliore isolamento acustico.

Massimo Bacchetti  
Laboratori di Geofisica  
Dip. di Fisica - Università di Bologna  
V.le Berti Pichat, 8 - Bologna  
tel 051 20 95012 - fax 051 20 95058

[massimo.bacchetti@unibo.it](mailto:massimo.bacchetti@unibo.it)  
<http://www.df.unibo.it/star/>



