

ASSORBITORE TERMOSOLARE "PANNELLO SOLARE TERMICO FAI DA TE"

per avere gratis acqua calda ad uso sanitario



Figura 1: telaio, cristallo, lamiera e serpentino, cassa, coibentazione e fondo

Unità di misura impiegate:

nm = nanometro: 1×10^{-9} ; un miliardesimo di metro; un milionesimo di millimetro.

°C = grado Celsius (o centigrado);

kcal/h = chilocaloria / ora; quantità di energia termica in grado di elevare di 1°C un litro d'acqua fra le temperature di 1 e 99°C , oppure fra le temperature di cristallizzazione ed ebollizione alla pressione data;

Wt = Watt termico: $0,86 \text{ kcal/h}$;

Wt m² = Watt termico per metro quadro: misura l'energia termica fornita dal Sole in un momento dato;

Cominciamo con un po' di teoria:

Un assorbitore termosolare (detto comunemente pannello solare termico) sfrutta la proprietà di una superficie nera (ed opaca) di trasformare in energia termica i raggi solari. La maggior parte di questa energia è fornita dai raggi infrarossi, non visibili dall'occhio umano. Tali frequenze corrispondono ad una lunghezza d'onda fra un millimetro per l'infrarosso lontano, ed i 2,5 nanometri (nm) per quello vicino.

<http://stwww.weizmann.ac.il/lasers/laserweb/Java/Wavelengthdrag.htm>

<http://www.ipac.caltech.edu/Outreach/Edu/outreach.html>

La quantità di energia termica che la superficie del dispositivo è in grado di captare è proporzionale al numero di fotoni nell'infrarosso che la colpiscono (provenienti dal sole) e dal seno (trigonometrico) dell'angolo che questi raggi formano rispetto alla superficie captante. Gli altri fotoni vengono riflessi dal cristallo.

Raffreddando con un serpentino percorso da acqua questa superficie nera, si preleva la maggior parte dell'energia termica assorbita, che si può sfruttare per fini di riscaldamento.

La capacità del pannello di recuperare energia termica è in funzione della energia solare (Wt m²), della sua superficie esposta ai raggi, al seno dell'angolo fra superficie e raggi ed il rendimento della macchina termica, che a sua volta dipende dall'assorbimento della vernice nera, della trasparenza del cristallo e da tanti altri fattori che non vale neppure la pena nominare.

Il nostro scopo è costruire un dispositivo che costi meno di 50 €, quindi i dati che ti abbiamo appena riportato sono per la chiarezza, e non per il progetto. Calcolare il rendimento del pannello, per il momento non ci interessa men che nulla. Più avanti, quando avremo acquisito una maggiore esperienza nella costruzione, non ci interesserà ugualmente un piffero, perché ci dovremo concentrare su come farlo costare meno di 40 € ...

Per ragioni di semplicità, in questo manualetto ci riferiremo ad un impianto per l'integrazione del riscaldamento dell'acqua calda sanitaria.

E per ragioni impiantistiche si proporrà un solo schema di realizzazione basato su di un

boyler col serpentino (o l'intercapedine) pensato e venduto per l'integrazione del riscaldamento con acqua proveniente da una caldaia. Naturalmente, non ha nessuna importanza se questo boyler ha il bruciatore di metano, di GPL (combustione) oppure la resistenza elettrica (effetto Joule).

Naturalmente non è possibile far circolare direttamente l'acqua sanitaria nel pannello, perché il gelo potrebbe distruggere tutto. Non sarebbe intelligente neppure scaldare il pannello con l'acqua calda per prevenire il gelo...

Accontentiamoci di recuperare l'energia che il Sole ci regala, senza esagerare e complicare. E' già complicato accontentarsi.

IL PANNELLO FAI DA TE:

Un pannello solare è costituito da un telaio, quadrato o rettangolare, che contiene i componenti a strati. Lo strato superiore è costituito dal cristallo che lascia filtrare i raggi solari e che forma la camera d'aria necessaria ad isolare termicamente la superficie di assorbimento raffreddata dal serpentino dell'acqua. Sotto la superficie di assorbimento c'è uno strato di materiale isolante trattenuto da una chiusura di fondo. Il pannello è tutto qui: un cristallo, una lamiera, un tubo piegato, un po' di lana di vetro ed un fondo, il tutto contenuto in una cassa di legno. Deluso? Meglio così.

A dir la verità, occorre anche costruire un supporto per il (o i) pannello (pannelli), ma questo è ancor più deludentemente semplice. L'unica proprietà che deve avere è l'essere robusto.

L'ORIENTAMENTO

A livello puramente teorico, il pannello dovrebbe seguire il Sole ed offrire sempre la superficie del cristallo perpendicolare ai raggi della nostra stella. Questo dispositivo si chiama "montatura equatoriale" ed è stata inventata per i telescopi astronomici.

Naturalmente, durante la notte, questo dispositivo dovrebbe riposizionarsi per essere pronto a captare i raggi del sole all'alba del mattino successivo.

Evidentemente i collegamenti idraulici del pannello dovrebbero essere eseguiti con tubi flessibili di adeguata lunghezza. Poi il dispositivo dovrebbe essere robusto, sopportare il gelo, non fermarsi mai...

Tutto troppo complicato. Tutto abbastanza inutile. Tutto troppo costoso.

Sarà sufficiente esporre il pannello a sud (una bussola andrà più che bene) oppure verso il sole alle dodici (orario solare) o alle undici (orario legale).

Per l'angolo rispetto all'orizzontale le cose si complicano un po', perché esso dipende dal luogo dove il pannello viene montato e dal periodo dell'anno. Ma andiamo con ordine:

Per sapere la latitudine della vostra città (o provincia, non cambia nulla) collegati al sito:

<http://www.corriere.it/meteo/citta.jsp?c=Asti>

e seleziona la vostra provincia.

Annotate la latitudine (esempio: Modena 44,647°) cioè 44,5° ; più che sufficiente.

Con questo angolo (e a Modena) il pannello sarà perfettamente perpendicolare ai raggi il giorno degli equinozi di primavera ed autunno (21 Marzo e 23 Settembre: nei quali ci sono 12 ore di luce e 12 di buio). Il giorno del solstizio d'inverno (21 Dicembre) il sole è più basso dell'angolo della latitudine di 23,5° mentre al solstizio d'estate (21 Giugno) è maggiore sempre di 23,5°. Conviene leggere questi link:

<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/2166/gakdsp1.htm>

<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Lab/2166/gakdsp2.htm>

Per facilitare il compito, pensate che ai Poli il pannello sarebbe verticale e all'Equatore orizzontale.

Non sappiamo se vi convenga montare il pannello in modo da seguire tale angolo. Consigliamo di non farlo, ma di privilegiare invece l'estate (più sole e più docce) quindi di posizionare il pannello con un angolo di 11-12 gradi più dell'angolo di latitudine. D'inverno, il numero di ore utili di sole e la nuvolosità, non permetteranno di recuperare un granché. Sappiate, comunque, che entro questo angolo di 47° (23,5 x 2) si gioca la perpendicolarità dei raggi rispetto alla superficie del pannello. Si può costruire un supporto con tre posizioni: quella centrale pari all'angolo di latitudine e le altre due con 12 gradi in più ed in meno. Questa, però, è una complicazione costosa e che vi costringerà a modificare l'angolo del pannello 4 volte l'anno.

State solo molto attenti che i collegamenti idraulici flessibili, nelle varie posizioni, non possano formare un "punto alto" ed accumulare aria al loro interno o curve troppo strette e tensioni anomale.

Va da sé che anche i fissaggi dovranno essere molto robusti e sicuri: non dimenticatevi mai del vento.

Per posizionare il pannello secondo l'angolo (o gli angoli) che avete scelto, basta un goniometro da disegno (quelli trasparenti) ed una livella o un filo a piombo. Ricordate solo che l'angolo della latitudine è riferito alla verticale che passa per il centro della terra. Per determinare l'angolo del piano del cristallo occorre sottrarre l'angolo di latitudine a 90°.

Altro trucchetto: se mettete due squadrette sul cristallo accostate sul loro lato perpendicolare al vetro, se il pannello è ben posizionato, alle 12 solari (11 legali) esse non faranno ombra sul cristallo.

DISTINATA MATERIALI PANNELLO:

- a- N° 1 cristallo parabrezza o portellone di un'automobile, purché sia piatto (vedi nota 1)
- b- N° 4 assi in legno recuperato (pallett) alto circa 12 cm e dello spessore di 2 - 2,5 cm.
- c- N° 1 lamiera di acciaio al carbonio (lamiera di recupero) dello spessore di 2,5 - 3 mm, tagliata a misura. (vedi nota 2)
- d- N° 1 tubo di rame flessibile (quindi non in barre ma da rotolo) di diametro 14x12 (esterno - interno - spessore 1 mm). Il calcolo della lunghezza lo faremo assieme in seguito.
- e- N° 1 quantità sufficiente di lana di vetro o lana di roccia (recuperati)
- f- N° 1 chiusura di fondo del pannello, in lamiera spessore 1 mm o compensato marino (recuperato) spessore almeno 3 mm.
- g- N° 1 matassina di filo di rame nudo (recuperato) o di ferro dolce, di diametro non inferiore ad 1 mm.
- h- N° 1 barattolo di vernice nera opaca (catramina) con temperatura massima di esercizio non inferiore a 120°C.
- i- N° 1 serie di tubetti di pasta conduttiva, o pasta per termometri. In un magazzino di materiale idraulico sanno cos'è. Non comprare pasta conduttiva all'argento per dissipatori di chip elettronici. E' la stessa che si trova da un grossista di idraulica, ma costa molto di più.
- j- N° X confezioni di sigillante al silicone per esterni e per temperatura di esercizio non inferiore a 120°C

ATTREZZATURE NECESSARIE

- k- N° 1 Punta da trapano da acciaio diametro 1,5 - 2 mm
- l- N° 1 punta da trapano da legno diametro 16 mm

Nota 1: va bene qualsiasi cristallo di veicolo, purché superficialmente piano, più è quadrato o rettangolare, meglio è.

Nota 2: rivolgetevi ad aziende che lavorino piccola carpenteria metallica e lamiera e fatevela tagliare. Non esiste che la facciano pagare più di 1 € al kg, si può anche recuperare una vecchia lamiera.

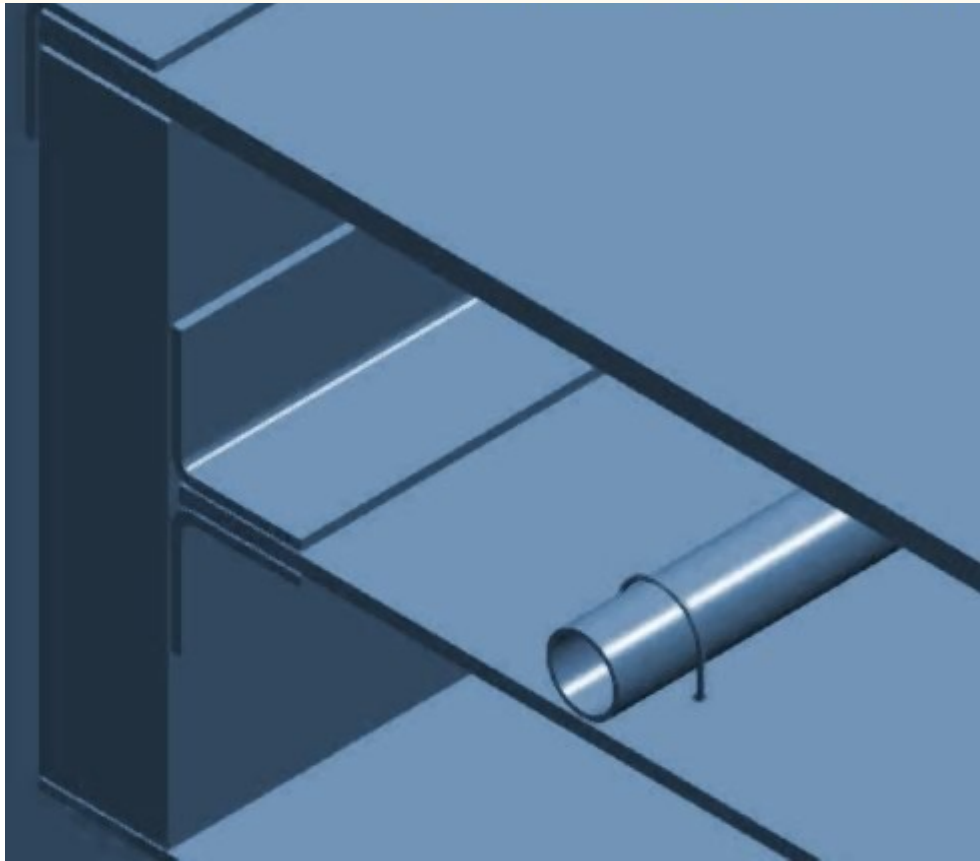


Figura 2 - Sezione del pannello.

COSTRUZIONE DEL PANNELLO

La prima cosa da fare è prendere le misure del vetro. La cassa in legno deve avere le stesse misure esterne. Il cristallo di un'automobile è leggermente trapezoidale, ma non è questo un problema, basta realizzare una cassa leggermente trapezoidale

La lamiera di 3 mm di spessore, invece, dovrà essere 2 o 3 mm più piccola dell'interno della cassa. Se vi farete tagliare la lamiera con la cassa come campione e non con le misure del trapezio, non ci saranno problemi. La lamiera di fondo della cassa, quella che tratterrà la coibentazione e che servirà a chiudere il tutto sarà tagliata sulle misure esterne della cassa.

E' giunto il momento di fare il progettino del serpentino di rame. La versione descrittiva è un po' complicata, e richiede attenzione.

Tenete conto che la parte più lunga del pannello deve essere orizzontale, quindi i tratti di tubo rettilineo saranno orizzontali (vedi immagine).

In questo modo ci saranno meno curve della disposizione opposta. Meno curve e meno energia occorrerà per far circolare l'acqua.

Diamo ora un simbolo ad ogni misura che serve:

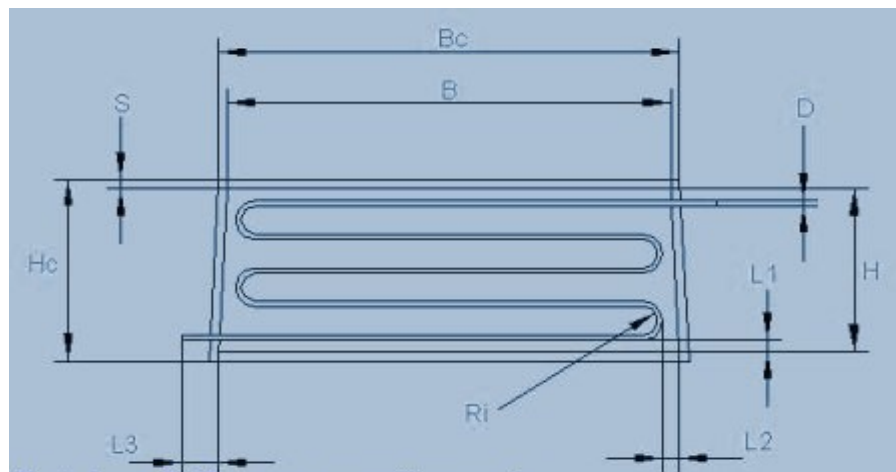


Figura 3 - Disegno schematico del pannello

B_c = Base maggiore del cristallo rettangolare o base minore del cristallo trapezoidale

H_c = Base minore del cristallo rettangolare o altezza del cristallo trapezoidale

S = Spessore delle assi di legno della cassa

B = Dimensioni dell'interno cassa lato B_c , cioè $B_c - 2 \times S$

H = Dimensioni dell'interno cassa lato H_c , cioè $H_c - 2 \times S$

D = diametro esterno del tubo di rame

R_i = raggio interno delle curve a 180°

L_1 = Distanza del primo e dell'ultimo tratto rettilineo di tubo dall'interno cassa

L_2 = Distanza fra l'esterno di una curva a 180° e l'interno cassa

L_3 = Sporgenza del tubo all'esterno misurato dall'interno cassa

Ora aggiungiamo qualche relazione:

C = circonferenza di una curva a 180°

Tr_1 = Tratto rettilineo di tubo in uscita o entrata dalla cassa

Tr_2 = Tratto rettilineo fra due curve a 180°

N_t = numero di tratti rettilinei di tubo. Deve essere dispari.

L_t = Lunghezza totale del tubo

Quindi :

$$C = (R_i + D / 2) \times 3,14 \times 2$$

$$Tr_1 = L_3 + B - L_2 - C / 2$$

$$Tr_2 = B - L_2 \times 2 - C$$

$$L_t = (H - N_t \times D - R_i \times (N_t - 1)) / 2$$

Consigli:

L1 dovrebbe essere circa la metà di Ri

Ri deve essere compreso fra 60 e 100 mm

L2 deve essere fra 20 e 40 mm

L3 non può essere meno di 100 mm

Fate vari tentativi per determinare Nt in funzione di Ri. Se usate un foglio elettronico il calcolo è automatico.

Una volta determinato Nt si può calcolare esattamente quanto tubo serve:

$$L_t = Tr_1 \times 2 + Tr_2 \times (N_t - 2) + N_t \times (C / 2)$$

Ora è necessario calcolare i centri delle curve, indispensabili alla loro piegatura.

La distanza fra l'inizio del tubo ed il centro di piegatura della prima curva è uguale a $Tr_1 + C / 4$ mentre la distanza fra due centri di due curve è uguale a $Tr_2 + C / 2$.

Segnate con un pennarello i centri delle curve, perché ora spiegheremo come piegarle.

Per prima cosa occorre un cilindro rigido di raggio circa uguale ad Ri, millimetro più, millimetro meno. Occorre molta attenzione e pazienza, perché il tubo tende ad ovalizzarsi ed ammaccarsi se lo si piega brutalmente. Occorre procedere piano piano, per gradi, e ad ogni piccola piegatura occorre schiacciare, con una pinza la parte che tende ad ovalizzarsi e farla ritornare di forma circolare. Servitevi delle mani e siate progressivi e misurati. Se il tubo si ammacca troppo, occorrerà molta più energia elettrica per far circolare l'acqua.

Quando il serpentino è pronto gli prepariamo la superficie di appoggio. Si deve fissare la lamiera circa a metà dell'altezza della cassa e lo si può fare con una serie di angolari di lamiera che avviterete all'interno della cassa su ambo i lati e che non fisserete alla lamiera. In questo modo questa sarà libera di dilatarsi. Vedi la Figura 2.

Il tubo si dilaterà di 0,014 millimetri ogni metro di lunghezza, per ogni grado centigrado.

Partendo da una temperatura ambiente di 20 gradi e scaldandosi fino a 90 gradi, un metro di lamiera si allungherà di $0,014 \times 1 \times (90 - 20) = 1 \text{ mm}$

Il coefficiente di dilatazione lineare del rame è di 0,017, quindi c'è poca differenza.

Nelle condizioni di prima si allungherebbe di meno di due decimi di millimetro in più della lamiera: vista la sua forma a serpentino e la sua duttilità, questa differenza è del tutto trascurabile.

Fissata la lamiera alla cassa è giunta l'ora di fare i due fori (diametro 16 mm) di uscita del serpentino dalla cassa. La loro distanza da ogni spigolo esterno sarà: $L1 + S + D / 2$ e saranno tangenti alla lamiera.

Visto che le porzioni di tubazione che sporgeranno all'esterno non sono lunghe che una decina di centimetri, non vi sarà difficile introdurli nei fori, stante anche l'elasticità della sua forma a serpentino.

E giunta l'ora di fissare il serpentino alla lamiera.

Il metodo che proponiamo è quello di fare due forellini (praticati con la punta per trapano da 1,5 - 2 mm) di qua e di là dal tubo, per poi legarlo col filo di rame (o di ferro) attorcigliandolo nella parte posteriore della lamiera. Una legatura ogni 8 - 10 cm va più che bene (vedere la figura 2).

Ma procediamo con ordine, perché questa è l'operazione più importante, ed è quella che assicurerà la trasmissione del calore dalla lamiera al tubo, quindi al liquido che vi circolerà dentro. Sbagliare questa fase significa pregiudicare il rendimento del pannello anche del 50%.

Con calma e per gradi, allora.

1-Dopo aver eseguito tutti i forellini necessari alla legatura del tubo del serpentino, dovete rimuoverlo e togliere tutti i trucioli. Dovete sgrassare bene la lamiera (con diluente), così come il tubo del serpentino. E' il momento di infilare guanti di plastica usa e getta.

2-Rimettete in sede il serpentino e mettete fra esso e la lamiera una serie di spessori (stuzzicadenti) fra una coppia di fori di legatura e la successiva. La legatura sarà fatta con pezzetti di filo di rame o di ferro della giusta lunghezza. Cominciate a legare il tubo, stando attenti a non stringere troppo, perché, successivamente, dovrete togliere gli stuzzicadenti. Se il filo di ferro è troppo rigido e necessita di troppa forza per avvolgerlo, usate qualcos'altro.

3-E' il momento di spalmare fra lamiera e tubo la pasta conduttiva. Essa assicurerà la trasmissione del calore per conduzione fra la lamiera ed il tubo, quindi occorre calma e precisione. Se la pasta è in tubetto, stendetela da ambo le parti del tubo e, senza esagerare con la quantità, spingetela bene sotto al tubo con una spatola. Quando arrivate in prossimità dello stuzzicadenti, toglietelo. Finito ogni tratto fra le legature, e dopo aver tolto lo stuzzicadenti, stringete con calma la penultima legatura libera da stuzzicadenti, ma senza esagerare.

4-Se avete fatto tutto bene e con pazienza, tutta la superficie di contatto fra tubo e lamiera sarà "annegata" in un po' di pasta conduttiva. Ritoccate con la spatola eventuali imprecisioni o carenze.

5-Ora stendete un verme di adesivo al silicone fra tubo e lamiera, in modo da proteggere la pasta conduttiva e chiudere i forellini per la legatura, da ambo le parti e con calma. Fate aderire bene il silicone a lamiera e tubo usando un dito (guantato) come spatola. Lasciate

essiccare il silicone, ponendo il pannello in un luogo asciutto e ventilato per almeno 24 ore.

State attenti a non toccare con le mani unte tubo e lamiera.

Ora è il momento di verniciare.

Prendete un pennello, pulitelo col diluente e lasciatelo asciugare all'aperto.

La catramina (la vernice nera opaca) non va stesa, ma va piuttosto "pucciata", cioè il pennello va usato di punta con movimento ortogonale alle superfici e non parallelo ad esse. In questo modo si impregna bene il tutto, ottenendo una superficie molto irregolare, ed il meno lucida possibile.

E' molto meglio stendere una prima superficie sottile di vernice e, una volta asciugata, dare la seconda mano, questa volta un po' più abbondante, senza però esagerare con la quantità.

Da questo momento dovrete maneggiare con calma il tutto. Se il tubo si muove, la pasta conduttiva slitta via e si rompe il velo di vernice.

Adesso c'è da coibentare la parte inferiore della cassa. Che usiate fibre morbide (lana di vetro o roccia) o rigide (poliuretani) state attenti a non metterne troppa, perché non serve a nulla. Abbiate piuttosto cura di riempire tutti gli interstizi e le fessure fra pezzo e pezzo. Tenere fermi i vari pezzi con un po' di sigillante al silicone non è male.

Stendete sul bordo inferiore della cassa un bel verme abbondante di sigillante ai siliceni, mettete in posizione la lamiera ed il compensato di chiusura del fondo e avvitate.

Prima dell'avvitatura preparate i fori per le viti per non rischiare di far sbavare tutto il silicone.

Rovesciate la cassa col serpentino in alto e col becco dell'aspirapolvere pulita bene il tutto.

Ora pulite bene il bordo superiore della cassa e stendete un altro bel verme, abbondante, di sigillante ai siliceni.

Per pulire perfettamente il cristallo occorrerebbe un buon prodotto al piombo, specifico per parabrezza, ma comprarne un'intera confezione per così poco non se ne parla neppure e usare un prodotto generico per i vetri va più che bene.

Ora posizionate con calma (e coi guanti usa e getta) il cristallo facendolo aderire con calma al bordo della cassa. Non premete troppo perché non serve e fermatevi appena prima che il silicone sbavi.

Ora non resta che stendere l'ultimo vermetto di silicone all'interno del telaio fermavetro, posizionarlo ed avvitare il tutto, preparando prima i fori per le viti sia sul telaio che sulla cassa.

Il pannello è quasi finito.

Occorre dare l'ultima mano di vernice a cassa e fondo verniciandoli del colore che desiderate e usando una vernice generica per legno.

SUPPORTO DEL O DEI PANNELLI

Per il supporto del pannello (o di una batteria di essi) non possiamo darti che raccomandazioni, e due disegni esemplificativi.



*Figura 4 - Come **NON** si costruisce un supporto.*

Gli unici punti robusti della cassa sono gli angoli, o la prossimità di questi e quindi:



Figura 5 - Esempio di supporto rigido.

Con i quattro supporti così conformati, le forze generate dal vento si scaricano sugli spigoli della cassa e su di un'ampia superficie del tetto. Anche le viti da legno per fissare il supporto alla cassa è meglio siano tante, piccole e lontane fra loro, in ossequio al principio dei fissaggi che dice ch'è molto meglio mettere 10 viti da 4 che una vite da 40. I supporti possono esser quadrati (40 x 40 spessore 3), ma vanno bene anche tondi (diametro circa 50 mm spessore 3) o in profilato ad "L" (50 x 50 spessore 6) e l'importante che i profili tubolari non si possano riempire d'acqua.

Se siete costretti a mettere i pannelli ad un'altezza notevole rispetto al tetto, vi conviene usare profilati più grossi, ma non troppo. Comunque non il doppio. E' molto meglio (e molto più economico) allargare la superficie di appoggio a terra mediante tiranti in cavetto e relativi tenditori, facendo quello che si fa per le antenne TV.

Se collegate fra loro i quattro pali che sostengono il pannello secondo le diagonali dei quattro lati (come per i tralicci elettrici) con tondino diametro 8 - 10 mm e dai 4 angoli alti fai partire tiranti (più lunghi sono meglio è, ma senza esagerare) potrete essere tranquilli.

Luigi Criscuolo rivendica la proprietà intellettuale di questo testo. L'uso è libero, tranne che per qualsiasi scopo di lucro.

Luigi Criscuolo claim the intellectual property of this text. The use is free, unless for whichever money profit.