

Le energie rinnovabili Cod. ER

Capitolo 7

I forni solari (solar box)

ER – 97 Progetto di base di un “Solar Box”

L'obiettivo di questa pubblicazione è di riassumere i principi di base che vengono utilizzati nella realizzazione di forni ad energia solare. Benché l'utilizzo dei forni solari sia principalmente dedicata alla cottura del cibo ed alla pastorizzazione dell'acqua, nuove utilizzazioni sono continuamente in sviluppo . L'avvicinamento all'uso dei forni solari è condizionato dall'accesso ai materiali, disponibilità di combustibili tradizionali, clima, preferenze alimentari, fattori culturali, e capacità tecniche. Dall'assimilazione dei principi dell'energia solare e dalla disponibilità di semplici materiali come cartone, fogli di alluminio e specchi, è possibile costruire un efficiente dispositivo per la cottura con l'energia solare. Questa pubblicazione indica i principi di base della progettazione di forni solari e identifica una varietà di materiali potenzialmente utili.

Questi principi di base sono presentati per essere applicabili alle differenti problematiche. I principi basilari del trasferimento del calore tramite l'energia solare e dei materiali utilizzati, si applica indipendentemente dalla necessità di cuocere il cibo, pastorizzare l'acqua o essiccare pesce e granaglie. Noi guardiamo avanti, alle applicazioni di una larga gamma di materiali e tecniche con qui è possibile utilizzare l'energia solare.

Quelli elencati sono i principali concetti generalmente utilizzati nella realizzazione o nella modifica di forni per cucina ad energia solare:

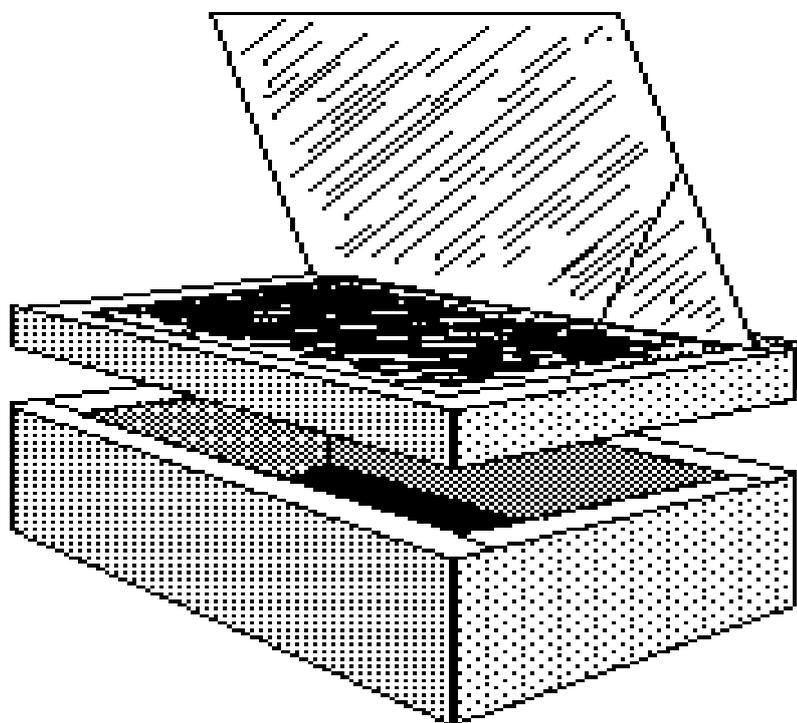


Figure 1. Solar box cooker with cover, window, and reflector

A. I principi del calore

Lo scopo principale del forno da cottura ad energia solare, solo per citarne alcuni, è quello di riscaldare gli oggetti, cucinare il cibo, purificare l'acqua, sterilizzare gli strumenti. Un forno da cottura ad energia solare è un grado di cuocere perchè l'interno del contenitore è riscaldato dall'energia solare. I raggi solari, sia quelli diretti sia quelli riflessi, entrano nel contenitore attraverso la copertura in vetro o plastica. Vengono trasformati in energia termica quando sono assorbiti dalla superficie nera di assorbimento o dal contenitore di cottura. Questo ingresso di calore provoca l'innalzamento della temperatura interna del forno fino a quando le perdite termiche del contenitore uguagliano l'apporto di temperatura dell'energia solare. Le temperature di cottura del cibo e di pastorizzazione dell'acqua vengono raggiunte rapidamente. Considerando due contenitori con la stessa capacità di ritenzione del calore, quello con maggiore apporto di calore, o direttamente dal sole o tramite un concentratore solare, avrà una temperatura interna maggiore. Considerando due contenitori, con lo stesso apporto calorico, quello con maggiore ritenzione del calore, migliore isolamento delle pareti del fondo e del coperchio, raggiungerà una maggiore temperatura interna. Consideriamo ora i seguenti principi termici :

B. Incremento della temperatura

Effetto serra:

Questo effetto è causato dal riscaldamento di uno spazio chiuso riscaldato dai raggi solari che filtrano attraverso un materiale trasparente come vetro o plastica. I raggi luminosi visibili passano facilmente attraverso il vetro e sono assorbiti e riflessi dagli oggetti contenuti. L'energia dei raggi luminosi che viene assorbita dalla piastra nera di assorbimento posta sotto al tegame viene convertita in energia termica con onde di maggiore lunghezza e irradia dai materiali contenuti. La maggior parte di questa energia, avendo un maggiore lunghezza d'onda, non può ripassare attraverso il vetro e resta perciò intrappolata all'interno dello spazio chiuso. I raggi riflessi possono essere assorbiti da altri materiali presenti all'interno dello spazio o uscire ripassando attraverso il vetro perchè non hanno cambiato la lor lunghezza d'onda. La buona qualità del forno di cottura è data dalla sua capacità di trasferire il calore raccolto dalla piastra di assorbimento al contenitore con il cibo da riscaldare e cucinare.

Orientamento dei vetri:

Maggiore è l'esposizione del vetro ai raggi solari, maggiore sarà l'incremento termico. Anche se la dimensione dei vetri sia la stessa per i due contenitori 1 e 2, l'esposizione al sole è superiore nel contenitore 2. Va notato che il contenitore 2 ha una maggiore superficie attraverso la quale può disperdere calore.

Riflettori, Incremento addizionale:

I riflettori, singoli o doppi, convogliano all'interno del contenitore una maggiore quantità di raggi. Questo incremento dell'ingresso di raggi solari comporta una addizionale quantità di calore che innalza la temperatura di cottura.

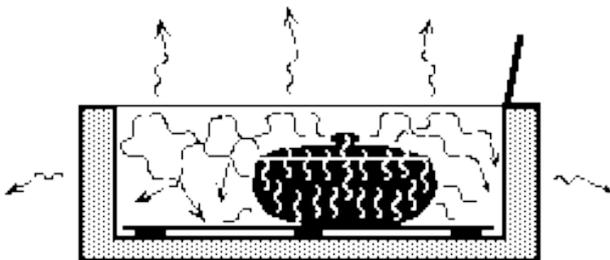


Figure 6. Heat radiates from warm cookware.

Perdita del calore La seconda legge della termodinamica definisce che la temperatura si trasferisce sempre dal caldo al freddo. Il calore dall'interno del forno viene perso principalmente in tre modi: **Conduzione, Radiazione,**

ConvezioneConduzione: Le maniglie di un tegame in metallo posto su una stufa o un fuoco diventano calde per trasferimento del calore alle maniglie attraverso il materiale del tegame. Nella stessa maniera il calore interno al forno di cottura viene perso attraverso i sottili fogli trasparenti, il vetro, il cartone, l'aria e gli isolanti a contatto dell'aria esterna al contenitore. La piastra di assorbimento dell'energia solare trasferisce il calore sotto al tegame di cottura. Come mostrato in **fig.6**, la piastra di assorbimento viene sollevata dal fondo con supporti isolati per annullare la perdita di calore per conduzione.

Radiazione: Gli oggetti riscaldati, fuoco, cucine, tegami, cibo in cottura, emettono onde termiche ed irradiano calore verso gli oggetti vicini attraverso l'aria o lo spazio. La maggior parte del calore irraggiato da un tegame in un forno di cottura è riflesso verso il tegame stesso o il fondo di assorbimento dal vetro o dalla superficie trasparente. Anche se le superfici trasparenti riescono a riflettere all'interno la maggior quantità di calore irraggiato, una buona parte riesce a sfuggire all'esterno. Il vetro riflette meglio di molte plastiche.

Convezione: Le molecole di aria entrano ed escono dal contenitore attraverso fenditure. Il loro trasferimento di calore è detto convezione. L'aria calda dei forni di cottura ad energia solare sfugge principalmente attraverso le fenditure del coperchio, l'apertura di accesso laterale, imperfezioni di costruzione. Dalle stese vie l'aria fredda può entrare nel contenitore.



Figure 5. Heat conducted through the pan to handle

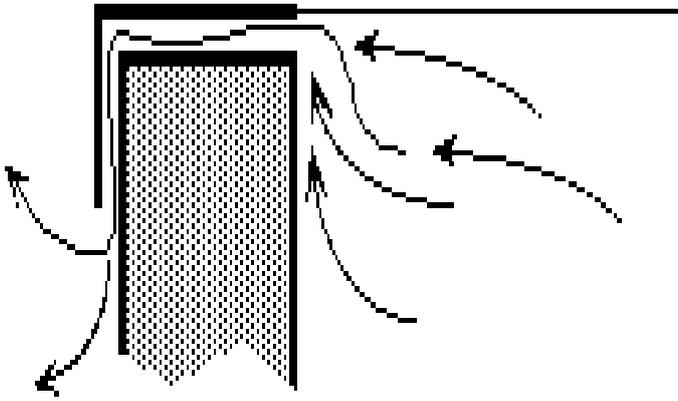


Figure 7. Heated air may escape through cracks.

Conservazione del calore

La capacità del forno di mantenere la temperatura aumenta mano a mano che aumenta la densità ed il peso. L'interno di un forno riempito con pietre, mattoni, pesanti tegami, acqua o cibi molto bagnati, impiegherà un tempo maggiore per riscaldarsi a causa della sua capacità di conservazione del calore. L'energia introdotta viene trasferita e conservata in questi materiali pesanti rallentando il riscaldamento dell'aria contenuta nel forno.

Gli stessi materiali ad alta densità, caricati con la temperatura, irradieranno il calore mantenendolo caldo per un maggiore periodo dopo il tramonto..

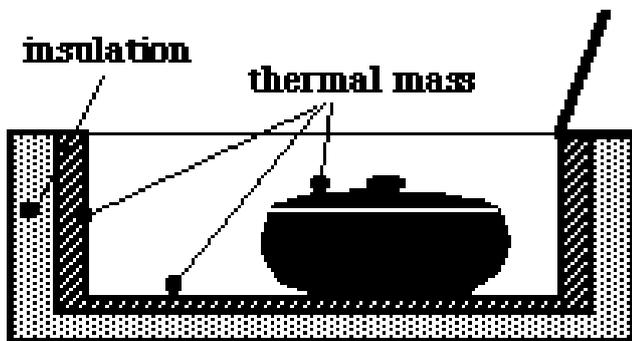


Figure 8. Thermal mass inside of the solar box.

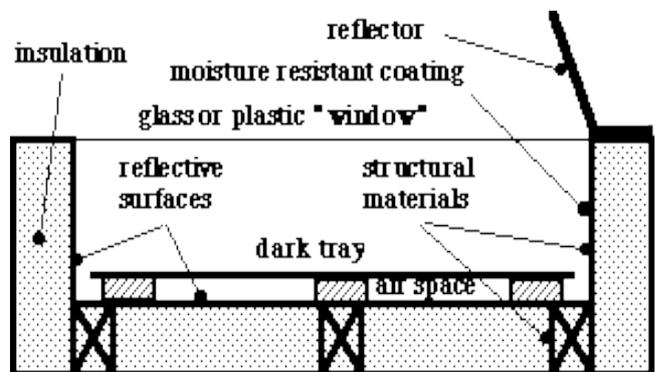


Figure 9: Materials: structural, insulation, transparent, and moisture resistant.

E. Specifiche dei materiali

Esistono tre tipi di materiali che sono tipicamente usati nella costruzione dei forni di cottura ad energia solare e la proprietà che deve maggiormente essere tenuta in considerazione è la resistenza all'umidità.

A. Materiale di costruzione

B. Capacità di isolamento

C. Trasparenza del materiale

D. Resistenza all'umidità

A. Materiale di costruzione

La struttura del materiale deve essere tale per cui il contenitore possa durare nel tempo e mantenere le forme e le caratteristiche con cui viene creato. Il materiale di costruzione include: cartone, legno, compensato, masonite, bambu, metallo, cemento, mattoni, pietre, vetro, fibra di vetro, vimini intrecciati, rattan, plastica, carta pesta, argilla, terra battuta, metallo, corteccia, tela cerata o gommata. Molti dei materiali con buone caratteristiche strutturali sono troppo densi per essere buoni isolanti. Per avere delle buone caratteristiche strutturali e di isolamento, è solitamente necessario usare diversi materiali con diverse caratteristiche complementari.

B. Isolamento

Per ottenere all'interno del forno una temperatura sufficiente per la cottura è necessario che le pareti ed il fondo del contenitore siano convenientemente isolate (ritenzione del calore). I buoni materiali di isolamento includono i fogli di alluminio (riflessione radiante), piume (quelle d'oca sono le migliori), lana di vetro e di roccia, cellulosa, pula del riso, lana, paglia, giornali spiegazzati. Quando si realizza un forno di cottura è importante che il materiale di isolamento avvolga completamente tutte le pareti della cavità interna ad esclusione di quella trasparente che solitamente è quella superiore. Il materiale isolante deve essere installato in modo da ridurre al minimo la trasmissione della temperatura dal materiale del contenitore strutturale interno a quello del contenitore esterno. Minore è la perdita di calore, maggiore è la temperatura di cottura.

C. Materiali trasparenti

Almeno una delle superfici deve essere trasparente ed essere rivolta verso il sole per effettuare il riscaldamento con l'effetto serra." I materiali trasparenti più comuni sono il vetro e le plastiche per alta temperatura come i sacchetti per cottura in forno. Nei sistemi a doppia superficie trasparente, siano di vetro o di plastica, entrambi partecipano ad incrementare ed a disperdere il calore. In funzione del materiale utilizzato si può ridurre del 5-15% il rapporto "trasmissione solare / incremento del calore" . Tuttavia, poichè la perdita del calore attraverso il vetro o la plastica è diviso in due, la risultante finale avrà caratteristiche migliori

D. Resistenza all'umidità

Molti dei cibi che vengono cotti nei forni a cottura solare contengono umidità. Quando l'acqua o il cibo vengono riscaldati nel forno solare, si crea una pressione che spinge l'umidità dall'interno verso l'esterno del contenitore. Ci sono molti modi in cui può avvenire questo trasferimento. Può sfuggire direttamente dalle fessure o, se non sono previste le barriere anti umidità, può essere compresso nelle pareti o nel fondo del contenitore. Se il contenitore è progettato con barriere anti umidità ed efficienti guarnizioni di alta qualità, è possibile mantenere il vapore all'interno della camera di cottura.

Nella progettazione dei forni di cottura è molto importante che la superficie più interna del contenitore sia una ottima barriera anti vapore. Questa barriera protegge i componenti della struttura e dell'isolamento dai danni causati dall'umidità che potrebbe trasferirsi nelle pareti e nel fondo del contenitore.

F. Disegno, proporzioni e funzionamento

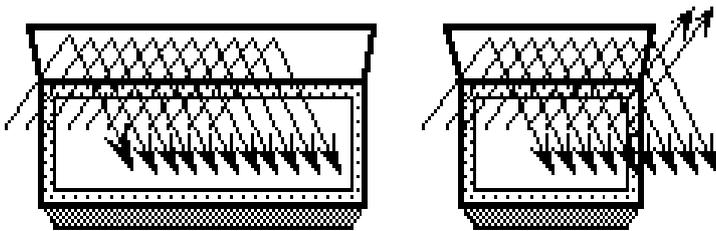


Figure 10: Wider solar boxes catch more of the east and west sunlight.

A. Dimensioni del contenitore

Il forno per cottura solare deve essere dimensionato secondo i seguenti fattori:

La dimensione deve essere dimensionata per la maggiore quantità di cibo normalmente cucinata. Se il forno deve essere spostato frequentemente, le dimensioni non devono essere tali da renderlo difficoltoso. La forma del contenitore deve essere compatibile con i tegami disponibili

B. Rapporto tra il volume del contenitore e l'area di captazione

Mantenendo costanti tutti gli altri parametri, maggiore è l'area di captazione esposta al sole confrontata con l'area di dispersione del contenitore, maggiore sarà la temperatura di cottura. Supposto che due contenitori abbiano la stessa area di captazione con le stesse dimensioni e proporzioni, quello con minore profondità avrà una minore dispersione perchè ha un'area di dispersione inferiore.

C. Proporzioni del forno per cottura solare

Un forno per cottura solare rivolto verso il sole di mezzogiorno deve avere la sua dimensione maggiore orientata nella direzione est/ovest per avere una migliore esposizione del riflettore durante il periodo di alcune ore di cottura. Mano che il sole si sposta attraverso il cielo, questa configurazione si dimostra la più idonea per una migliore temperatura di cottura. Con un contenitore di forma quadrata o con la dimensione maggiore in direzione nord/sud, una maggiore percentuale di raggi solari mattutini o serali sarà erroneamente riflessa in terra e non sul contenitore.

D. Riflettore

Uno o più riflettori possono essere utilizzati per convogliare una maggiore quantità di raggi solari all'interno del contenitore per incrementare la temperatura di cottura. Anche se senza i riflettori è possibile cucinare correttamente nelle aree equatoriali dove il sole è praticamente a picco, il loro utilizzo nelle zone temperate può migliorare notevolmente le caratteristiche del forno.

E. Operativita' del forno solare

Una delle caratteristiche positive del forno di cottura solare è la sua semplicità d'uso. Per le latitudini comprese tra 20°N e 20°S , il forno a cottura solare senza riflettori richiede piccoli allineamenti per seguire il sole nei suoi spostamenti attraverso il cielo di mezzogiorno. IL forno è orientato verso l'alto ed il sole è alto nel cielo per la maggior parte del giorno. I forni con i riflettori possono essere orientati verso il sole all'alba o del tramonto per eseguire la cottura in quel periodo della giornata. Per i forni con riflettori utilizzati nelle zone temperate si possono raggiungere maggiori temperature se il contenitore viene allineato ogni una o due ore. Questo modifica dell'allineamento diviene meno necessario se le dimensioni est/ovest sono significativamente superiori a quelle nord/sud.



Forno solare orientato verso il sole

F. Fattori Culturali Ulteriormente agli aspetti tecnici, altri fattori che includono la cultura, una tecnologia appropriata e l'estetica giocano un fattore importante nella diffusione dei forni a cottura solare. Nei secoli l'energia solare è stata sfruttata in vari modi. Come in altri tentativi, anche nella cottura tramite forni solari esistono progetti più efficienti di altri. La tecnologia che viene realizzata per soddisfare uno specifico progetto, utilizzando determinate energie, conforme a determinate realtà ambientali, sociali, culturali, e/o standard estetici, viene spesso definita come "tecnologia sostenibile". Sfortunatamente il settore dei sistemi a cottura solare non sempre soddisfa queste richieste tecniche e sociali. Ad esempio, un concentratore parabolico può cuocere del cibo ma se confrontato con un forno a cottura solare lo troviamo più difficile da costruire, richiede materiali specifici e un costante allineamento, può bruciare il cibo e non è facilmente introducibile in determinati contesti sociali e culturali. Praticamente, in seguito al fallimento negli anni '60 dello sviluppo di progetti molto pubblicizzati, molti pensano che la cottura con energia solare non sia fattibile. Più un progetto di un forno per cottura solare è conforme ad appropriate tecnologie produttive, meglio può essere accettato da chi lo può utilizzare. Un approccio ad un basso livello tecnico consiste nello scavare un buco poco profondo, isolare il fondo con erba o foglie secche, introdurre il cibo o l'acqua in contenitori neri e coprire il tutto con un vetro. Dall'altra parte, nella scala dell'alta tecnologia, gli stessi principi possono essere usati per produrre edifici fabbricati con isolamenti dalle elevate caratteristiche e vetri a bassissima dispersione con integrato architettonicamente un forno a cottura solare nel lato esposto a sud di una cucina tradizionale.

I contenitori in cartone possono essere appropriati per molte culture perché il materiale è ampiamente disponibile ed economico. Ma a suo svantaggio il cartone mostra una eccessiva sensibilità all'umidità e la sua durata non è comparabile a quella di molti altri materiali. Anche l'estetica è importante. Culture abituate a figure rotonde possono rifiutare totalmente il concetto del forno solare perché è quadrato. Altre culture potrebbero rifiutare il cartone perché considerato materiale troppo povero.

E' importante che il principio di base dei forni di cottura ad energia solare non sia rifiutato a causa del fallimento di un particolare dispositivo ad energia solare o per un errore metodologico nel trasferimento della tecnologia!

Certamente, uno dei vantaggi delle persone che progettano il proprio forno solare è quello di applicare i principi di base utilizzando i propri materiali e il proprio senso estetico. Le persone che costruiscono i propri mobili in legno o bambù, saranno propensi ad utilizzare questi materiali nei loro progetti. La colorazione dei contenitori e particolari decorazioni possono aiutare ad introdurli in determinate culture. Ci sono molte forme che possono soddisfare le teorie di base sull'uso dell'energia solare. La posizione, la trasportabilità o meno del forno, l'attività del cucinare, l'orario in cui viene realizzata la cottura, l'importanza del cucinare come attività sociale sono fattori che possono influire sul progetto di un forno per cottura solare. Benché esulino dallo scopo di queste note, esistono altri fattori critici che devono essere presi in considerazione per un risultato a lungo termine. Per trasferire con successo una tecnologia da una cultura ad un'altra, è importante realizzare una ponte che crei una connessione duratura e permanente. Gli individui di entrambe le culture compongono quel ponte. Le persone provenienti dalla cultura trasmittente devono possedere un elevato grado di cultura, sensibilità e una significativa disponibilità di tempo.

Il successo sarà maggiormente evidente se ogni individuo che partecipa al trasferimento tecnologico è un leader nella propria comunità. Quanto meglio questi individui collaboreranno tra loro, tanto più influiranno sul successo o il fallimento del processo. La comunità è per definizione una interconnessione di attività. Per la cottura solare, la possibilità di divenire parte di una cultura locale deve essere considerata nel contesto della comunità negli aspetti dell'economia locale, lavoro, sanità, attività sociali, risorse energetiche, deforestazione, educazione, infrastrutture tecniche ed altre. La cottura con forni solari è già stata introdotta all'interno di varie culture. Ma abbiamo solo graffiato la superficie. La grande potenzialità di questa risorsa nei termini di benefici nei confronti della fame mondiale, la salute e la deforestazione deve ancora essere sondata.

Come costruire il "SOLAR BOX"

Il "SOLAR BOX":

Anche con il più semplice fra i forni solari possiamo cuocere molti cibi, senza fatica, senza consumare combustibile e acquistando consapevolezza di una interazione efficace con l'ambiente. Un "SOLAR BOX" deve: raccogliere e indirizzare la radiazione solare, trasformare la radiazione solare in calore, trattenere all'interno la maggior quantità possibile di calore.

In un forno di questo tipo, in una giornata soleggiata con cielo limpido, la temperatura arriva a 100°-150° C.

Materiale occorrente:

- una scatola di cartone (l'esterno del forno)
- una seconda scatola di cartone più piccola (l'interno del forno)
- materiale isolante (carta di giornale pressata, lana, ecc.)
- fondo in lamiera verniciata di nero, spessore 2 mm
- una lastra di vetro da posizionare come coperchio del forno
- pannelli riflettori laterali di cartone rivestito di fogli di alluminio
- colla a base d'acqua, nastro adesivo di carta, cutter, forbici, righe, matite, metro a nastro
- pentola dipinta all'esterno di nero, con coperchio possibilmente di vetro.



Le misure delle scatole non sono vincolanti ma possono variare a seconda della disponibilità o della grandezza che si intende dare al "SOLAR BOX".

Costruzione del "SOLAR BOX":

- rivestire la parte interna di ciascuna scatola con fogli d'alluminio
- la scatola più piccola va infilata nella scatola più grande, **IMPORTANTE**: tra le due scatole deve esserci un'intercapedine di almeno 4-5 cm che va riempita con materiale isolante!
- collocare sul fondo del forno la lamiera verniciata di nero
- posizionare la lastra di vetro in modo che copra le scatole
- rivestire con fogli d'alluminio una facciata dei pannelli in cartone, che vanno posizionati ed incollati ai lati del forno in modo che inviino più radiazioni solari all'interno del "SOLAR BOX".

Il costo del "SOLAR BOX":

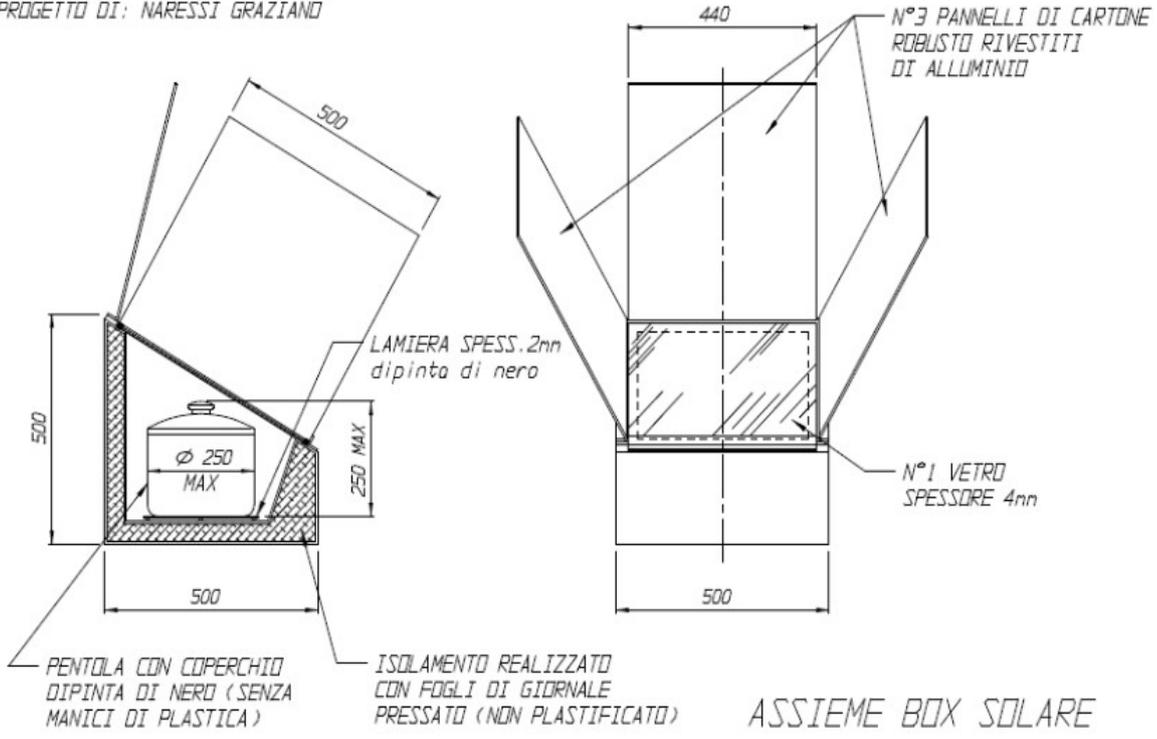
si aggira attorno ai 12 € che corrispondono al costo del vetro e della lamiera di base su cui appoggia la pentola.

per informazioni sui corsi:

Graziano Naressi cell. 3387738485 - graziano.naressi@gmail.com
manisolidali@live.it - www.manisolidali.splinder.com

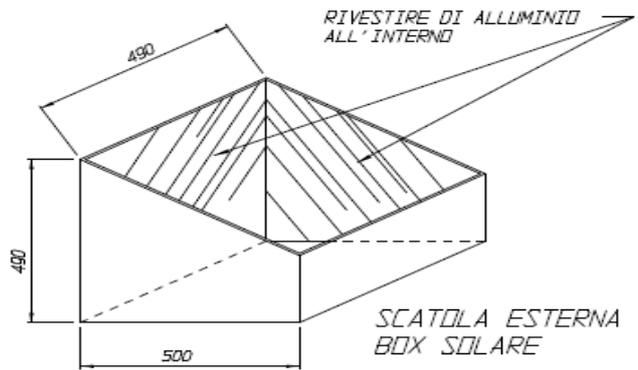
Assieme box solare

PROGETTO DI: NARESSI GRAZIANO

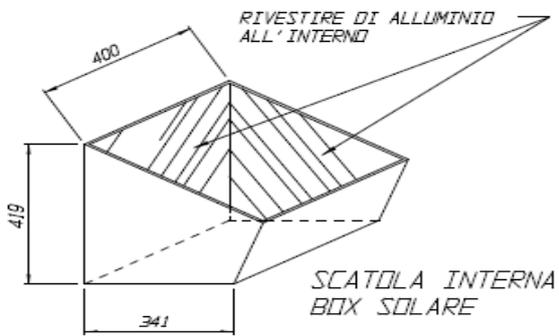
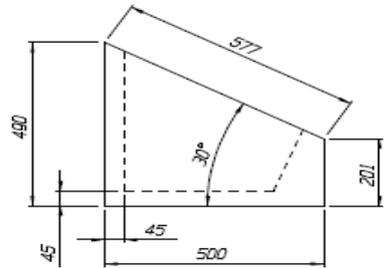


ASSIEME BOX SOLARE

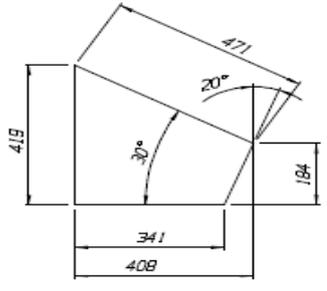
ER – 97 Solar Box costruito con due scatole di cartone



SCATOLA ESTERNA BOX SOLARE



SCATOLA INTERNA BOX SOLARE



ASSONOMETRIA SCATOLE

DIMENSIONI PER IL TAGLIO LATERALE DELLE SCATOLE

Per l'isolamento del foglio se non trovate dei fogli di alluminio potete usare dei fogli di giornale o del cartone pressato. Dovete tagliare i fogli di giornale o cartone in piccoli pezzi e immergerli nell'acqua per almeno 4 ore. Poi fatte delle palle con le mani facendo uscire tutta l'acqua e lasciate al sole ad asciugare.

Tra la lamiera e il fondo del Box ponete 6 o 8 dadi da 6 o 8 mm per creare un'intercapedine di aria.

Attenzione: non appoggiate la lamiera nel fondo della scatola perchè con la sua temperatura elevata potrebbe bruciare la scatola!

La lamiera deve essere di dimensioni 30 x 30 cm e comunque più grande della pentola, spessore consigliato 1 mm minimo e 2 mm massimo. Deve essere dipinta di nero nella parte superiore per ricevere i raggi del sole.

Particolari delle due scatole principali che compongono il «Box Solare»

Le scatole possono variare di dimensioni. L'importante è che lasciate almeno 5 cm di intercapedine tra la scatola interna ed esterna per l'isolante. Quando incollate i fogli d'alluminio fate attenzione di non incresparli perché potrebbero non riflettere completamente i raggi del sole sulla pentola.

Il vetro serve a creare l'effetto serra all'interno della scatola e servirà anche da coperchio per il vostro « Box Solare ». Le dimensioni del vetro sono 50 x 44 cm spessore 4 mm.

Se non trovate il vetro, come prova può andare bene anche un foglio di polietilene trasparente. In questo caso il rendimento sarà un poco inferiore.

La pentola se ha il coperchio di vetro è la soluzione migliore così potete controllare la cottura senza aprire il forno solare. Se non avete il coperchio di vetro va bene un coperchio di acciaio o di alluminio purchè poi sia dipinto di nero come tutta la pentola. Consiglio di usare pittura nera opaca (non lucida) che resiste alle alte temperature. La potete trovare facilmente in bombolette spray e viene usata per verniciare le marmitte.

Sono importanti i tre coperchi laterali che servono a riflettere ulteriori raggi solari all'interno della scatola e aumentare il rendimento del «Solar Box».

Ho organizzato molti corsi gratuiti per insegnare a costruire un «Solar Box» con due scatole di cartone. Qui propongo un progetto di costruzione molto semplice che tutti possono costruire in circa 3 ore di lavoro e con circa 10 euro di spesa.

Una volta ultimato il vostro forno solare vi consiglio di fare la vostra prima prova di cottura. Nella pentola mettete 2 o 4 bicchieri di riso (dipende quanti devono mangiare) e la quantità doppia di acqua, aggiungete del sale e mescolate il tutto.

E' tutto questo soltanto utilizzando l'energia del sole!

Poi se ve la sentite adesso che avete fatto questo primo progetto e siete soddisfatti potete costruire il Vostro forno solare definitivo in lamiera o in legno e usare un buon isolante come la lana di vetro o la lana di roccia. Adesso potete vedere alcuni esempi di forni solari che ho costruito.

Forno solare definitivo (può raggiungere la temperatura di 130°)



