Tecnologia TChar per stufe da cucina

Parte B: Costruzione

Versione 1.2 - 7 Dicembre 2011

Paul S. Anderson (**"Dr TLUD"**)
Biomass Energy Foundation (BEF)
psanders@ilstu.edu

Christa Roth **Robert J. Fairchild**
Consulenti esterni per l'Energia da Biomassa
christa-roth@foodandfuel.info solarbobky@yahoo.com

Preambolo

Per comprendere la natura e lo scopo dei micro-gassificatori TChar, si faccia riferimento alla Parte A – Introduzione disponibile all'indirizzo: www.drtlud.com

Struttura di una stufa TChar

Ogni stufa TChar è costituita da due parti: una TBase, sostanzialmente una stufa a carbonella, e un TTop che è un gassificatore pirolitico (TLUD), oltre agli accessori di sostegno per il recipiente di cottura. Esistono molti fornelli a carbonella che potrebbero servire da TBase, ma la loro qualità varia sensibilmente da tipo a tipo. Parimenti, vi sono vari tipi di TTop che possono svolgere la funzione di gassificatore. Le stufe TChar illustrate in questo documento prendono in considerazione una vasta gamma di entrambi i componenti. Conseguentemente, **è opportuno tenere presente che:**

Il concetto TChar è di facile concretizzare, ma per costruire un'ottima stufa TChar è essenziale avere una buona conoscenza sia della tecnologia pirolitica che dei fornelli a carbonella. I lettori che non hanno familiarità con la terminologia TLUD (come zona pirolitica, anello concentratore, aria primaria, ecc.) e le corrispondenti funzioni, sono invitati a consultare la documentazione di riferimento. Il manuale (in lingua inglese) "Micro-gassificazione: cucinare a gas da biomassa secca" della GIZ-HERA (http://www.gtz.de/de/dokumente/giz2011-en-micro-gasification.pdf) fornisce un'eccellente introduzione al tema. È possibile anche consultare gli Autori del presente documento e i siti www.bioenergylists.org e www.drtlud.com per assistenza sulle stufe a carbonella e TLUD. Infine, sono disponibili alcuni video illustranti il funzionamento TLUD al sito www.youtube.com/user/drtlud.

Una stufa a carbonella come TBase

Le stufe a carbonella sono notoriamente di scarsa qualità e di poco prezzo potendosi comprare con appena US$1 nei paesi in via di sviluppo. Senza contare i fuochi aperti, ovviamente gratuiti, gran parte delle stufe più economiche nel mondo sono del tipo a carbonella, costruite con fango, ceramica o lamiera di recupero. Il loro prezzo varia da US$1 a $20 e anche fino a $50 per alcuni modelli che si trovano nei mercati emergenti. Indipendentemente dal loro prezzo, quasi tutte le stufe a carbonella possono essere utilizzate come componente TBase. Il loro compito è unicamente quello di tenere assieme pezzi di carbonella per farli bruciare e alcuni modelli hanno anche un qualche controllo del flusso d'aria di combustione. La figura che segue mostra alcune varianti di stufe a carbonella.

Figura 1: Nove tipi di stufe a carbonella

Stufe a parete semplice con griglie di tipo corrente.

Stufe in ceramica rivestita in metallo, simile al modello keniota Jiko (KCJ).

Envirofit Modello CH-2200 (a sinistra) e un facsimile ugandese con regolazione speciale dell'aria.

Bracieri haitiani senza regolazione d'aria. Il modello in tondino di ferro (a destra) non funziona bene come TTop senza l'aggiunta di un robusto disco di base traforato.

Nota: In un capitolo seguente verrà preso in esame una TBase che NON è una stufa a carbonella, ma che è progettato espressamente per estinguere la carbonella pirolitica (biochar) da conservare come fertilizzante o per essere bruciata successivamente.

Di seguito, elenchiamo alcune caratteristiche importanti che una stufa a carbonella deve avere per essere adatta alla funzione di TBase per una stufa TChar:
1. Una camera con pareti e dimensioni adeguate per contenere la carbonella prodotta nel TTop. In generale, la TBase è I forma cilindrica con un diametro compreso tra 15 e 30 cm e pareti da 4 a 10 cm.

2. Una griglia di fondo per sostenere la biomassa prima e la carbonella poi. Le aperture della griglia devono essere tali da impedire la caduta del combustibile e della carbonella che si forma. Eventualmente, si può aggiungere alla griglia originale un disco di rete più fitta.

3. I sostegni per la pentola ed i manici non devono essere d'intralcio all'inserimento del TTop.

4. Deve essere sufficientemente stabile per le operazioni di cucina.

5. Presa d'aria primaria adeguata e, possibilmente, regolabile. È assai probabile che i bracieri a carbonella tradizionali debbano essere modificati per ottenere un maggior flusso d'aria attraverso i piccoli pezzi di carbonella che tendono a ostruire i passaggi. Tutti i metodi per regolare il flusso d'aria ascendente attraverso il letto di carbonella sono validi. L'immissione di aria secondaria appena sopra la metà dei carboni ardenti aumenta la produzione di calore e riduce le emissioni di monossido di carbonio. A questo scopo sono allo studio diversi metodi.

Il lavoro sulle stufe TChar non si è soffermato molto sulle possibili varianti della TBase, se non facendo prove di accensione con una vasta gamma di bracieri a carbonella comuni in varie parti del mondo. La prima impressione è che nessun modello provato consente un'adeguata regolazione dell'aria primaria durante la fase TLUD della combustione. Il modello Envirofit CH-2200 ha la chiusura migliore, ma sembra avere una scarsa regolazione dell'aria durante la fase di combustione della carbonella. (La stufa CharBowl costituisce eccezione alle generalizzazioni di cui sopra: www.bioenergylists.org/en/node/3069)

L'unità TTop delle stufe TChar

Il principio di funzionamento TChar è rappresentato dal TTop, indipendentemente dal tipo di braciere utilizzato come base. Un TTop è solitamente formato da due cilindri verticali concentrici, uno interno in funzione di contenitore di combustibile e di camera di combustione, e uno esterno per incanalare l'aria secondaria e fornire un certo grado di isolamento termico. Il fondo del cilindro interno appoggia sulla griglia della TBase per trattenere il combustibile. Nella parte alta del cilindro interno vi sono fori o fessure d'ingresso per l'aria secondaria. Un concentratore di fiamma (coperchio, sovrastruttura o anello) è solitamente previsto per migliorare la combustione.

A seconda del modo in cui il TTop si colloca sulla TBase, si possono identificare quattro varianti di montaggio illustrate in Fig. 2.
Nota: i primi tre tipi sono spiegati, ma non consigliati.

1. APPOGGIO SU GRIGLIA (Solo appoggiato sulla griglia, manca di stabilità e di controllo dell'aria)
2. INTERNO (Inserito con giustezza all'interno della parete della TBase – L'attrito può causare problemi).
3. ESTERNO (Inserito con giustezza all'esterno della parete della TBase – L'attrito può causare problemi).
4. SOPRA (Collocato sopra il bordo superiore della TBase – Molto funzionale)

Figura 2: Quattro tipi di posizionamento dei TTop

1. APPOGGIO SU GRIGLIA: Uno dei dispositivi TLUD più semplici è formato da una latta vuota capovolta il cui fondo diventa la parte superiore in cui si pratica un foro per fungere da concentratore di fiamma (v. Fig. 3). Al di sotto di esso si pratica un anello di fori come presa d'aria secondaria.
Una piccola alzata (camino) collocata sulla parte superiore aumenta notevolmente il tiraggio naturale. Riempire la latta con biomassa secca e capovolgerla sulla griglia del braciere a carbonella.

Il dispositivo è estremamente economico, semplice da costruire e ottimo mezzo formative. Ma i suoi svantaggi sono notevoli: mancanza di stabilità, parete del recipiente molto calda, mancanza di maniglie comportano molti problemi di sicurezza, e il funzionamento è influenzato da correnti d'aria/vento nell'ambiente circostante.

Figura3: Soluzioni con semplici latte in APPOGGIO SU GRIGLIA

2 & 3. Accoppiamento INTERNO ed ESTERNO: (v. Figura 4)
INTERNO = Inserito con giustezza all'interno della parete della TBase;
ESTERNO = Inserito con giustezza all'esterno della parete della TBase;
I primi prototipi di TTop a doppia parete sono visibili in Figura 4. Questi modelli non sono consigliati perché la loro stabilità dipende dall'accoppiamento a pressione con la TBase. Quando il metallo si espande a causa del calore, oppure a seguito di piccole deformazioni da urto, la separazione dalla base può diventare problematica. Inoltre, la loro costruzione richiede maggiore lavoro (manuale o meccanico) rispetto a modelli successivi. Infine, l'accoppiamento tra le due parti può facilmente avere perdite di tenuta rendendo così difficile o impossibile una buona regolazione dell'aria per la combustione.

Figura 4: Accoppiamento INTERNO (a sinistra) ed ESTERNO (a destra) dei TTop

4. SOPRA (TTop in appoggio sopra il bordo superiore della TBase): In questo caso esiste un semplice contatto tra due superfici o tra una superficie e un bordo (ma non bordo con bordo), il che permette una discreta tenuta tra TTop e TBase. Questa soluzione è da noi consigliata e può essere realizzata in vari modi. Un metodo, definito "Standard" è illustrato in Figura 5 e descritto più avanti in questa documentazione.

Figure 5: Esempi di stufe TChar con TTop appoggiato SOPRA una TBase

Dimensionamento delle stufe TChar

Solitamente, i costi di fabbricazione e di utilizzo delle stufe è direttamente proporzionale alle loro dimensioni. Le stufe si possono costruire in varie dimensioni, a seconda dell'uso e della destinazione previsti.

Diametro della camera di combustione del TTop	Classificazione	Commenti
≥ 5 cm	Micro	Funziona, ma di scarsa utilità.
Da 6 a 10 cm	Piccola	Per piccolo cotture o con l'uso di combustibile denso (es.: pellet)
Da 11 a16 cm	Media	Misura comune e di buon funzionamento. Un campione di prova da 12 cm e con una carica di combustibile alta 30cm ha funzionato in modo eccellente con una base Eco-Recho e con una Envirofit CH-2200. In entrambi i casi, però, è stato necessario aggiungere una griglia più fine per trattenere la carbonella che si andava formando.
Da 17 a 21 cm	Grande	Misura comune, per soddisfare richieste di calore maggiori. Si adatta a TBase di tipo Eco-Recho grande.
Da 22 a 30 cm	Per comunità	Inizia ad essere troppo grande per portare il TTop carico di combustibile sopra il braciere a carbonella; si può allora pensare di portare il braciere sotto al TTop sostenuto in modo autonomo. Oppure, si possono prevedere 2 gassificatori TLUD da scambiare tra loro e la carbonella formatasi può essere utilizzata in un braciere diverso, o spenta per essere poi usata come biochar fertilizzante.
Da 31 a 61 cm	Barile	I modelli speciali di stufe TChar sono trattati separatamente..

Esiste una relazione tra il volume del TTop, in cui avviene il processo di produzione del carbone, e la TBase in cui quest'ultimo viene raccolto e bruciato oppure spento per usi futuri. Tale relazione è di 2 a 1, ovvero il volume di combustibile caricato nel TTop non deve essere maggiore di due volte la capacità del braciere della TBase. Il volume del combustibile carbonizzato è tipicamente pari al 50% del combustibile di partenza se questo è costituito da pellet o da trucioli di legno. Se si usano stecche di bambù, la riduzione di volume durante la carbonizzazione è assai minore. Invece, se si usa come combustibile erba secca o paglia, il carbone prodotto è di molto inferiore. In generale, il rapporto tra i volumi di combustibile e di carbone dipende totalmente dal tipo di combustibile usato. Di conseguenza, il TTop deve essere dimensionato adeguatamente in funzione del combustibile usato e della TBase a disposizione.

Poiché TTop e TBase sono tipicamente di forma cilindrica, i rispettivi volumi si possono calcolare facilmente con la formula: Volume del cilindro = π x d2/4 x h, dove π =3,142, d = diametro della camera cilindrica, e h = altezza del cilindro. La tabella che segue riporta due rapporti volume-altezza del cilindro (caselle con fondino grigio) per cilindri di diametro compreso tra 7 e 25cm.

Volume camera di combustione								
Diam. (cm)	7,6	10,2	12,7	15,2	17,8	20,3	22,9	25,4
area(cm^2)	45,6	81,1	126,7	182,4	248,3	324,3	410,4	506,7
liters/m	4,56	8,11	12,67	18,24	24,83	32,43	41,04	50,67
cm/liter	21,9	12,3	7,9	5,5	4,0	3,1	2,4	2,0

Costruzione di una stufa TChar

La stufa TChar è formata da un TTop e da una TBase. La TBase può essere o un braciere a carbonella o un contenitore metallico (secchio metallico, pentola a fondo piano, cilindro zincato con fondo piatto) per ricevere e conservare la carbonella residuante dopo la fase di gassificazione. (Possiamo definirla una base di spegnimento del carbone. Si può impedire al carbone di continuare la sua combustione e diventare cenere con acqua o trasferendolo in un contenitore a tenuta d'aria. Tutto questo sarà oggetto di trattazione in una prossima sezione.

TTOP

Il TTop consiste in cinque parti principali:

1) **Cilindro interno.** È un tubo in lamiera la cui parte bassa è preposta a contenere il combustibile, mentre la parte superiore costituisce camera di combustione/camino. 5-10 cm sotto il bordo superiore si trovano i fori per l'aria secondaria: 2-3 file di fori da 6-13 mm, spaziati di 19-38 mm, tutt'attorno al cilindro. L'aria primaria entra liberamente dal fondo del cilindro attraverso una griglia di lamiera stirata o forata che impedisce alle particelle di carbone di fuoruscire. Il cilindro appoggia leggermente sulla griglia della TBase. (È allo studio un cilindro con base telescopica per adattarsi a diversi tipi di braciere, ma il progetto non è ancora definito).

2) **Anello concentratore.** È un anello di lamiera che si colloca dentro il cilindro interno, appena al di sopra dei fori d'ingresso per l'aria secondaria, ed è tenuto in posizione mediante viti sul fianco del cilindro, o appeso con ganci al bordo superiore. È utile che il concentratore sia amovibile per facilitare il carico di combustibile nel cilindro. Il foro interno del concentratore deve essere 50-76 millimetri più piccolo del suo diametro esterno e può, eventualmente, avere il bordo interno ondulato o dentellato per incrementare la turbolenza di fiamma a vantaggio di una migliore combustione.

3) **Cilindro esterno.** Altro tubo di lamiera con un diametro di circa 5cm maggiore del cilindro interno. Ha lo scopo di preriscaldare l'aria secondaria, scherma il calore interno e migliora la stabilità della stufa. La sua altezza è inferiore a quella del cilindro interno di una misura pari alla profondità del braciere usato come TBase. Deve essere dotato di una o due maniglie resistenti al calore per poter sollevare il TTop e scaricare il carbone nel braciere. Alla sua base occorre praticare delle aperture per alimentare l'aria secondaria: l'area complessiva di queste aperture deve essere leggermente inferiore a quella dei fori praticati nella parte alta del cilindro interno.

4) **Anello superiore.** Anello in lamiera che chiude superiormente l'intercapedine tra i due cilindri concentrici ed è tenuto in posizione dall'attrito dell'incastro contro le pareti dei cilindri, o da qualche tipo di aggancio, o dall'appoggio sul cilindro esterno da cui sporge leggermente. (Nel progetto standard i due cilindri sono allineati superiormente). Scopo di questo anello è quello di assicurare la concentricità dei due cilindri, impedire al combustibile di cadere nell'intercapedine durante il carico, e obbligare l'aria secondaria a fluire attraverso i fori previsti alla sommità del cilindro interno.

5) **Anello inferiore.** Anello in lamiera incastrato sul cilindro interno, in prossimità della sua base. Esso può inserirsi con giustezza dentro il cilindro esterno, oppure estendersi al di sotto di esso per creare un buon appoggio sul bordo della TBase. La scelta dipende dalla forma del braciere di base e dal modo di regolazione del flusso d'aria primaria. Il fissaggio in posizione può avvenire per semplice attrito o con opportuni agganci, come visto per il precedente. Un anello sporgente migliora la stabilità e la sicurezza della stufa; inoltre, appoggiando su di esso una fascia con fori, chiusa ad anello attorno al cilindro esterno, si crea un dispositivo di regolazione dell'aria primaria. (Altrimenti, il flusso d'aria primario arriva attraverso la griglia della TBase).
Un qualche metodo di fissaggio del TTop alla TBase durante la fase di gassificazione aumenta la stabilità e la sicurezza della stufa. Si possono usare ganci rapidi o fasce con chiusura ad eccentrico, ma l'importante è che il dispositivo usato permetta una facile e rapida separazione e sollevamento del TTop al termine della fase pirolitica per scaricare il carbone prodotto.

Dimensionamento del cilindro interno. La produzione di calore per una data quantità di combustibile aumenta con l'aumentare del diametro del cilindro interno. Una maggiore altezza del cilindro aumenta la durata della combustione (ma il calore prodotto può diminuire leggermente a causa di un aumento di resistenza dell'aria). Un dimensionamento ragionevole del cilindro interno prevede un diametro compreso tra 10 e 25cm ed un'altezza di circa 30cm, per l'uso di combustibili densi e cicli di cottura brevi, o fino a 76cm per combustibili leggeri (es.: gusci di arachidi) e lunghi periodi di combustione. Stufe molto alte richiedono una struttura di sostegno aggiuntiva per dare stabilità e sicurezza alla stufa.

Spessore e materiale per il cilindro interno. Il cilindro interno è soggetto ad alte temperature, in special modo nella sua parte inferiore e al termine della fase pirolitica di gassificazione. L'uso di lamiera di maggiore spessore ne aumenta la durata. L'uso di lamiera zincata offre un piccolo vantaggio, ma lo zinco fonde durante il funzionamento della stufa e si liberano gas nocivi. La soluzione migliore è offerta dall'acciaio inossidabile, ma il suo costo può risultare eccessivo. Un giusto compromesso potrebbe essere l'uso di normale lamiera d'acciaio calibro 24 (0,6 mm).

Dimensionamento del cilindro esterno. La sua lunghezza/altezza è in funzione della geometria del cilindro interno e della base usata. Il suo diametro è 5-10 cm maggiore di quello del cilindro interno**.**

Spessore e materiale per il cilindro esterno. Il cilindro esterno può essere più sottile di quello interno ed il materiale usato potrebbe essere lamiera zincata per motive estetici e di durata. Si consiglia l'impiego di lamiera calibro 28 (0,47 mm) per una certa resistenza a bollature da urto.

Spessore e materiale per l'anello concentratore. Usare lamiera almeno calibro 24 (0,6 mm); la zincatura può aumentarne la durata, ma è preferibile impiegare lamiera in acciaio inossidabile.

Spessore e materiale per l'anello superiore. Fabbricato in lamiera calibro 24-30 (0,6 – 0,3mm), normale o zincata, può essere piano, oppure bombato o bordato per maggiore rigidità.

Spessore e materiale per l'anello inferiore. Fabbricato in lamiera calibro 22-28 (0,8 – 0,4mm), normale o zincata, può essere piano, oppure bombato o bordato per maggiore rigidità. Deve calzare con giustezza sul cilindro interno e dentro a quello esterno, oppure estendersi al di sotto di esso.

SPESSORE DELLE LAMIERE						
Tipo	**Calibro**	**30**	**28**	**26**	**24**	**22**
Acciaio normale	mm	0,305	0,379	0,455	0,607	0,759
Acciaio zincato	mm	0,399	0,475	0,551	0,701	0,853
Acciaio inossidabile	mm	0,318	0,396	0,475	0,635	0,792

COMPONENTI AGGIUNTIVI

Supporto per recipiente di cottura

È necessario prevedere qualche tipo si sostegno per l'appoggio del recipiente di cottura sulla stufa. Può essere un semplice sostegno a X (curvato al centro per recipienti a fondo bombato), oppure un triangolo di tondini che si estende oltre il cilindro esterno. Se si usano barrette, prevedere in esse dei fori per assicurare una combustione pulita con recipienti piani. Altra possibilità è quella di un sostegno indipendente in tondini di ferro appoggiati su blocchi di cemento.

Maniglie

Per poter separare il TTop dalla sua base facilmente e in sicurezza, è necessario prevedere una o due maniglie isolanti e resistenti al calore. Un lungo manico orizzontale è sconsigliato per motivi di sicurezza, mentre sono da preferire due maniglie orizzontali o verticali con rivestimento in legno. Quelle verticali devono essere sufficientemente staccate dal corpo stufa, o prevedere uno schermo aggiuntivo per evitare scottature.

COSTI

Costo del TTop

A seconda del materiale e manodopera impiegati, il costo può variare da € 3 a € 15.

Combustibili e costi relativi

Le stufe TLUD possono usare una gran varietà di biomasse solide e secche, alcune delle quali disponibile senza costo, a parte il lavoro della raccolta (ma la situazione potrebbe mutare non appena materiali precedentemente considerati di scarto vengono riconosciuti come nuove e utili risorse). Ad eccezione dei deserti, in qualunque regione è possibile trovare in abbondanza almeno un tipo di biomassa tipica del posto. E con il crescere della domanda, è naturale pensare che si formino presto delle catene di rifornimento dei combustibili richiesti.

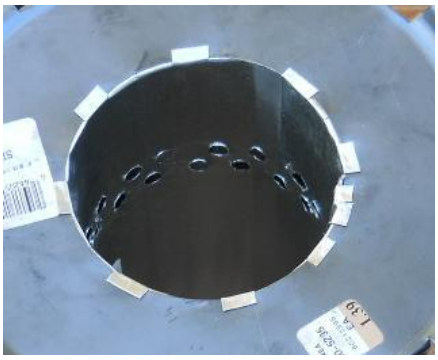
Il carbone pirolitico, TChar, ha un prezzo stimato pari a un terzo o alla metà di quello della carbonella tradizionale venduta in grandi quantità o a sacchi. Se poi consideriamo i danni collaterali all'ambiente derivanti dalla produzione di carbonella tradizionale, il TChar appare ancor più vantaggioso.
I metodi tradizionali per la produzione di carbone vegetale sprecano in fumo il 60-80% dell'energia contenuta nella biomassa secca di partenza (ref: http://www.burndesignlab.org/why-stoves/the-problem-of-charcoal/). Quella quantità di energia sprecata corrisponde esattamente al calore prodotto in un gassificatore TLUD nella fase pirolitica di trasformazione della biomassa in TChar.

Vediamo un esempio concreto. In molte comunità etniche, il consumo giornaliero di carbonella per cucinare equivale a circa 1US$. Per comodità di calcolo, consideriamo che 1kg di carbonella abbia un contenuto energetico pari a 30 kJ, e che per produrla si siano quindi sprecati 90-100 kJ, corrispondenti a 4-5kg di legna molto secca o 6-7kg di legna asciugata all'aria con un residuo di umidità pari al 15-20% (MC).

Per contro, i 30 kJ di energia necessaria per la cottura del cibo può essere prodotta da circa 2 kg di biomassa legnosa (compresi rametti, schegge di legno, brichetti di segatura e polpa di carta) asciugata all'aria.
Anche a voler considerare 3 kg di biomassa per la cottura, il consumo totale di una stufa pirolitica è meno della metà della legna consumata per produrre la quantità di carbone vegetale necessario per la stessa funzione. Il vantaggio è evidente e a tutto a favore della salvaguardia delle foreste.

Esempio dettagliato di costruzione
I commenti e le fotografie che seguono illustrano la costruzione di due stufe TChar con lamiera zincata e tubi da stufa, ma le stesse informazioni sono valide per costruzioni con materiali e spessori diversi. Le realizzazioni presentate sono due unità "Standard" di dimensioni tipiche e comuni: 12,5/23cm e 10/20cm di diametro.
Le lunghezze dei cilindri sono 18cm per quello interno e 30cm per quello esterno.
I pezzi orizzontali hanno forma rotonda, quadrata o altra, e un foro centrale per accomodare il cilindro interno. La loro dimensione è tale da estendersi oltre il cilindro esterno.

Tagliare due anelli – o quadrati – con un diametro esterno – o lato – di 270 mm o più. Si noti che quello inferiore deve poggiare sul braciere a carbonella e sostenere il peso di TTop, combustibile e probabilmente anche del recipiente di cottura. Prevedere quindi materiale e spessore adeguati. Pensare in anticipo come gli anelli saranno fissati ai cilindri, ad esempio come illustrato nelle figure che seguono: anello superiore a sinistra e anello inferiore nell'immagine di destra. I fori degli anelli saranno tagliati in modo diverso, a seconda del metodo di fissaggio scelto.



Costruire un cilindro interno con un diametro di 125-130mm e 380 mm di lunghezza. Mentre la lamiera è ancora distesa, fare due file di fori da 6mm, a 7,5 e 9cm, rispettivamente, al di sotto ei quello che sarà il boro dusperiore del cilindro (v. foto di sinistra).

Costruire un cilindro esterno da 230mm di diametro e 305mm di altezza.
Si osservi che il cilindro interno sporge al di sotto dell'anello inferiore di una misura stabilita con precisione al fine di sfiorare appena la griglia di fondo del braciere a carbonella quando il TTop appoggia completamente sul bordo superiore della TBase.
Se la sporgenza è troppo corta, il combustibile può fuoruscire alla base. Se troppo lunga, l'anello inferiore non arriva ad appoggiare besse sulla base e il TTop diventa instabile. Nella foto ravvicinata, si può notare come il bordo inferiore del cilindro interno sia stato accorciato ritagliando e piegando all'esterno delle alette sul bordo inferiore.

Prevedere almeno un manico, progettato in modo tale da non riscaldarsi eccessivamente durante il funzionamento della stufa.
Inserire un anello concentratore nel cilindro interno, appena al di sopra della doppia fila di fori per l'ingresso dell'aria secondaria. Il concentratore, con il foro centrale da 7,5cm circa di diametro, è sostenuto in posizione mediante due due ganci in lamiera.

Continua…

C'è ancora molto da dire sul tema della stufa TChar e stiamo cercando di documentarlo il più velocemente possibile. In contemporanea, continuiamo il nostro lavoro di ricerca e sviluppo apprendendo un po' di più quasi giornalmente. Il presente documento è attualmente previsto suddiviso in cinque parti:
A. Introduzione – Pubblicato a novembre 2011
B. Costruzione – Questa parte potrà essere aggiornata secondo necessità.
C. Realizzazione, costi, ecc. – Assistenza per pianificare e realizzare i progetti.
D. Sviluppi ulteriori – Già individuate, ma ancora in fase di progettazione.
E. Risultati e relazioni – Documentazione dell'impatto ambientale (sarà rilasciata in diverse fasi).

Tutte le persone interessate all'argomento sono invitate a contattare gli Autori che aiuteranno altri a partecipare al progetto in funzione dei loro scopi e condizioni.

Anderson, Roth, e Fairchild, 7 dicembre 2011