

# CURSO BÁSICO DESCRIPTIVO PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE HORNILLAS PANELERAS



I.A M.Sc HUGO R. GARCÍA B.

Con el apoyo de FEDEPANELA

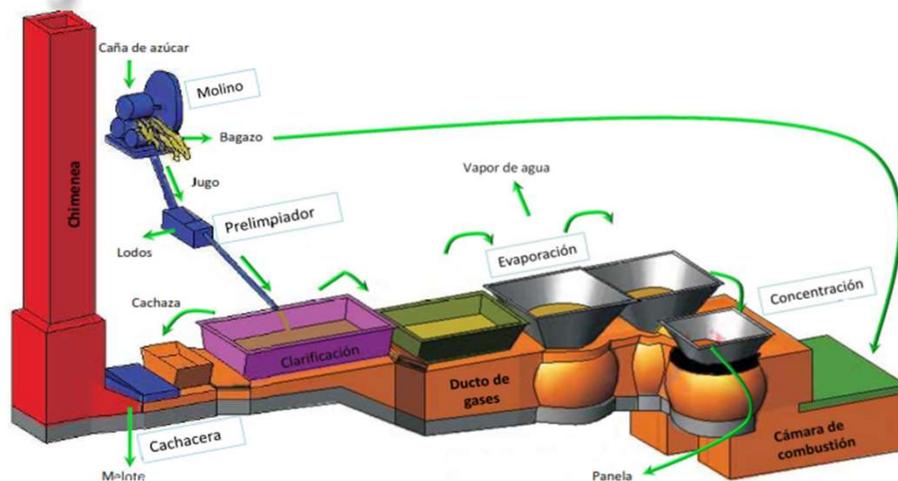
Bogotá, Agosto 21 2020

## *Algunos indicadores de la agroindustria rural de la panela. 2015.* PROCESADO CON DATOS AGRONET

	Tracción Animal	NIVEL TECNOLÓGICO			TOTAL
		BAJO	MEDIO	ALTO	
Área caña, ha	39.286	117.748	50.654	4.847	212.535
Caña molida, t	550.000	7.064.900	4.341.771	533.200	<b>12.489.871</b>
Jugo crudo, t	242.000	3.956.344	2.605.063	335.916	7.139.323
Bagazo húmedo, t	308.000	3.108.556	1.736.709	197.284	5.350.549
Bagazo seco, t	113.960	1.305.594	781.519	92.723	2.293.796
Cachaza, t	5.500	211.947	217.089	31.992	466.528
Agua evaporada, t	191.689	3.034.932	1.935.516	246.338	<b>5.408.476</b>
Panela, t	44.811	709.465	452.458	57.586	1.264.319
Energía requerida, MCal	122.025	1.941.524	1.244.466	158.720	3.466.735
Leña consumida t	89.621	567.572	45.246	5.759	<b>708.197</b>



## PROCESO DE ELABORACIÓN DE PANELA



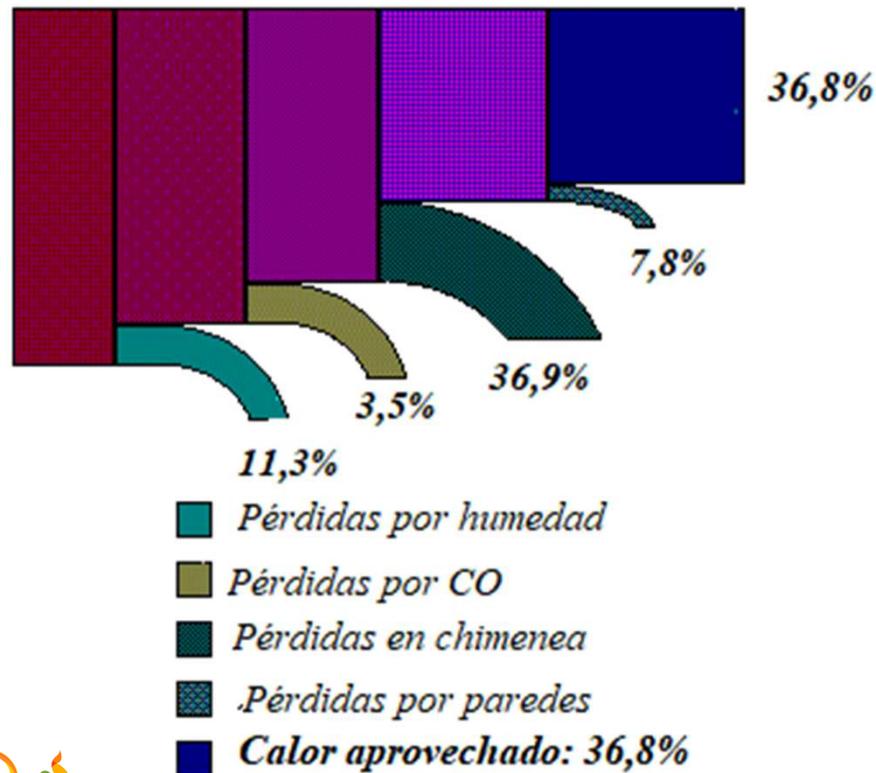
Fuente CORPOICA 2007

## La hornilla en la elaboración de la panela

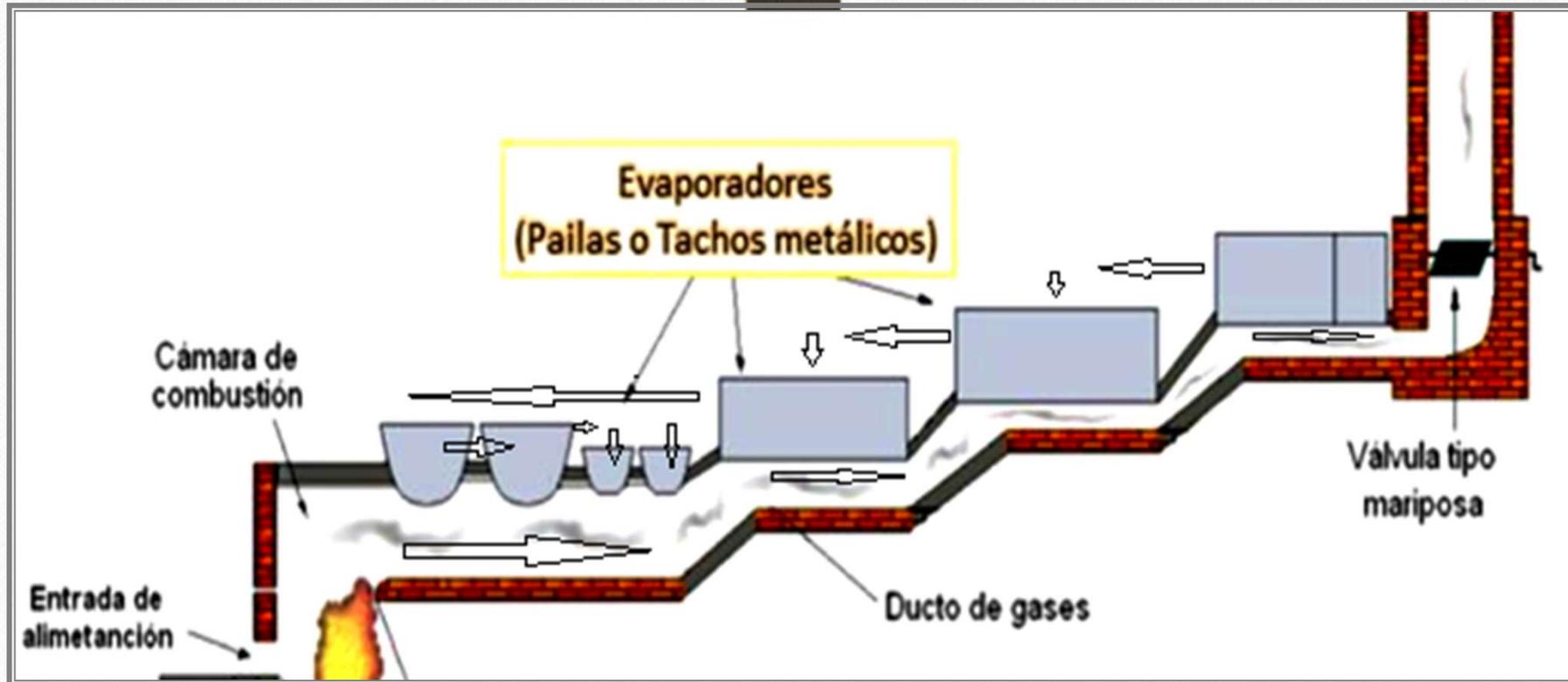
- El proceso de elaboración de panela tiene las siguientes operaciones:
- Extracción del jugo de la caña
- Calentamiento y clarificación
- Evaporación del agua del jugo y concentración de la materia seca
- Batido, moldeo y empaque de la panela
- La hornilla es el equipo donde se realizan las operaciones térmicas del proceso usando la energía producida por la combustión del bagazo de la caña.

# DIÁGRAMA DE SANKEY EN HORNILLAS PANELERAS.

FUENTE: *Edgar F. Castillo. UIS. 1994*

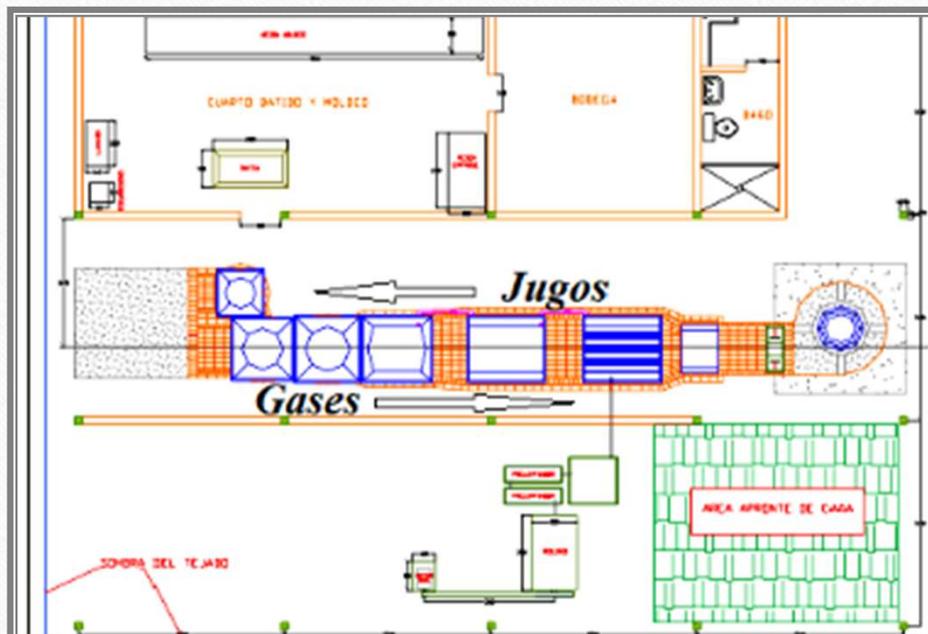


1. Humedad. El horno consume parte de su energía para evaporar el agua del bagazo.
2. CO. Son pérdidas por combustión incompleta
3. Chimenea. Los gases arrastran mucha energía cuando las temperaturas son muy altas  $>600^{\circ}\text{C}$  en hornillas tradicionales
4. Son pérdidas de la energía que escapa del ducto a través de las paredes y arcos
5. La energía aprovechada, del calor generado en la combustión, varía entre el 20% en las hornillas más ineficientes; 36,8% en el promedio nacional; hasta 53% en las diseñadas por CIMPA



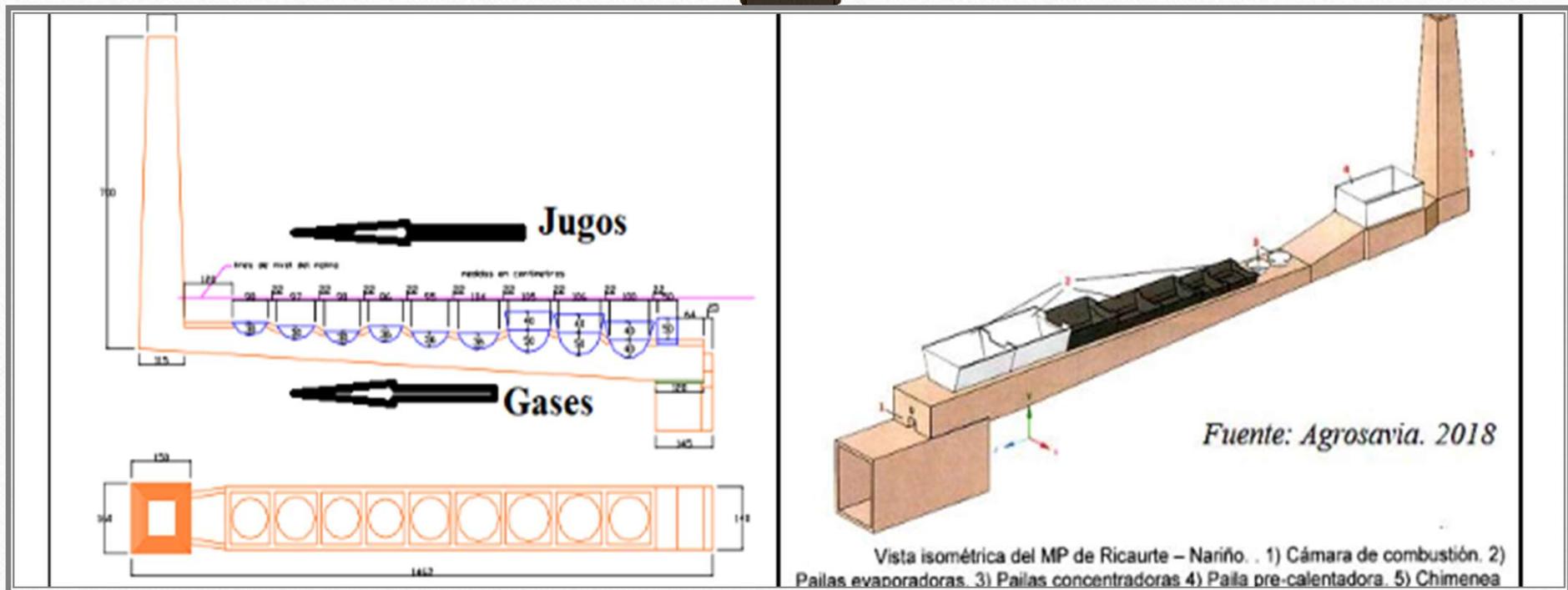
## ***HORNILLAS FLUJO COMBINADO***

En la parte inicial las mieles y los gases avanzan en la misma dirección; En la parte de atrás los gases y los jugos avanzan en dirección contraria. HRS, Cundinamarca, Tolima



## *Hornilla a contraflujo*

Los gases avanzan de la parrilla hacia la chimenea y los jugos en dirección contraria. Hornillas originales de Cundinamarca y mejoradas y difundidas por CIMPA a Tolima, Antioquia, Huila y Cauca, principalmente

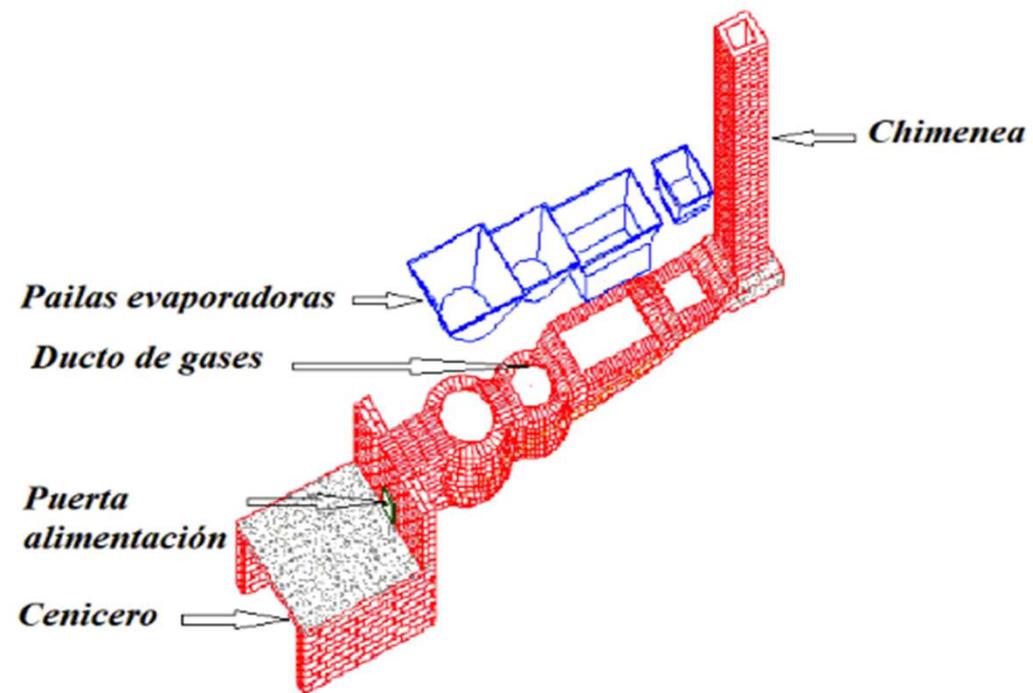


## ***HORNILLA FLUJO PARALELO***

Los gases y los jugos avanzan en direcciones paralelas. Hornillas presentes en la cultura panelera antioqueña y en todo el occidente colombiano



## ***COMPONENTES HORNILLA PANELERA***



# PARTES DE LA HORNILLA PANELERA

1. CÁMARA DE COMBUSTIÓN

2. DUCTO DE GASES

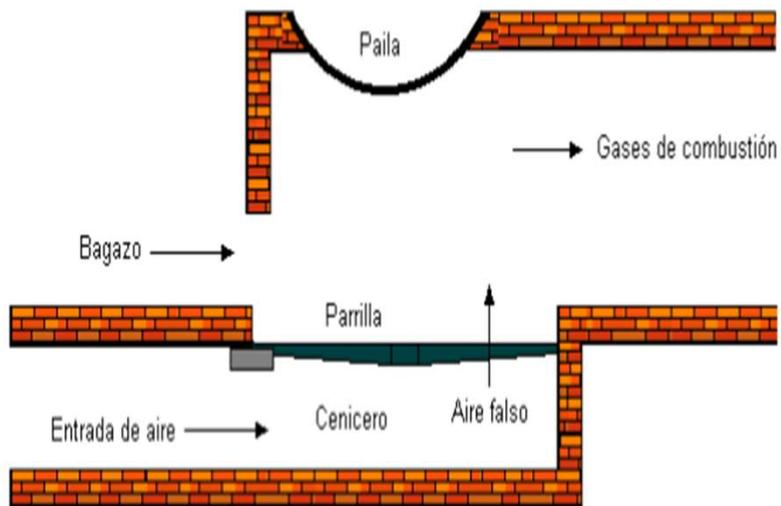
3. EVAPORADORES

4. CHIMENEA



PANELERO  
PANELERO

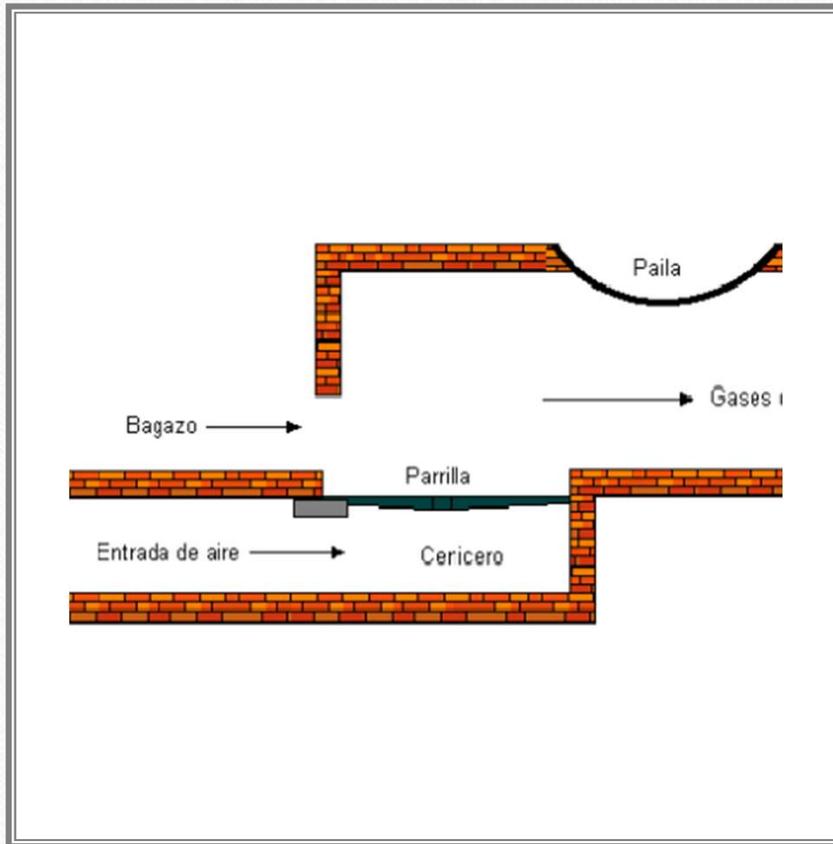
# CÁMARA DE COMBUSTIÓN TRADICIONAL



## CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- 1.- La primera paila se ubica sobre el frente de combustión “craqueandola”.
2. Cámara con volumen insuficiente para completar la reacción de la combustión. CO alto en lugar de CO<sub>2</sub>
3. Parrillas sobredimensionadas que permiten la entrada de aire falso y enfrían los gases de combustión.
4. Solo trabajan con bagazo muy seco: >30% H (%b.h)
5. Eficiencia de combustión baja: 50-60%.
6. Concentración de CO<sub>2</sub> muy alta: Entre 80.0000 y 120.000 ppm
7. Temperaturas de combustión bajas: 600 a 700° C

## *Cámara Plana Mejorada*



- 1. Rediseñada por el CIMPA
- 2. Paila alejada del frente de quemado para disminuir la fractura de la combustión
- 3. Mayor volumen de la cámara para la reacción de combustión
- 4. Eficiencia de combustión media: 65 a 85%. CO<sub>2</sub> entre 30.000 y 40.000 ppm.
- 5. Temperatura de gases entre 800 y 900°C
- 6. Queman bagazo con 30 a 35% de humedad

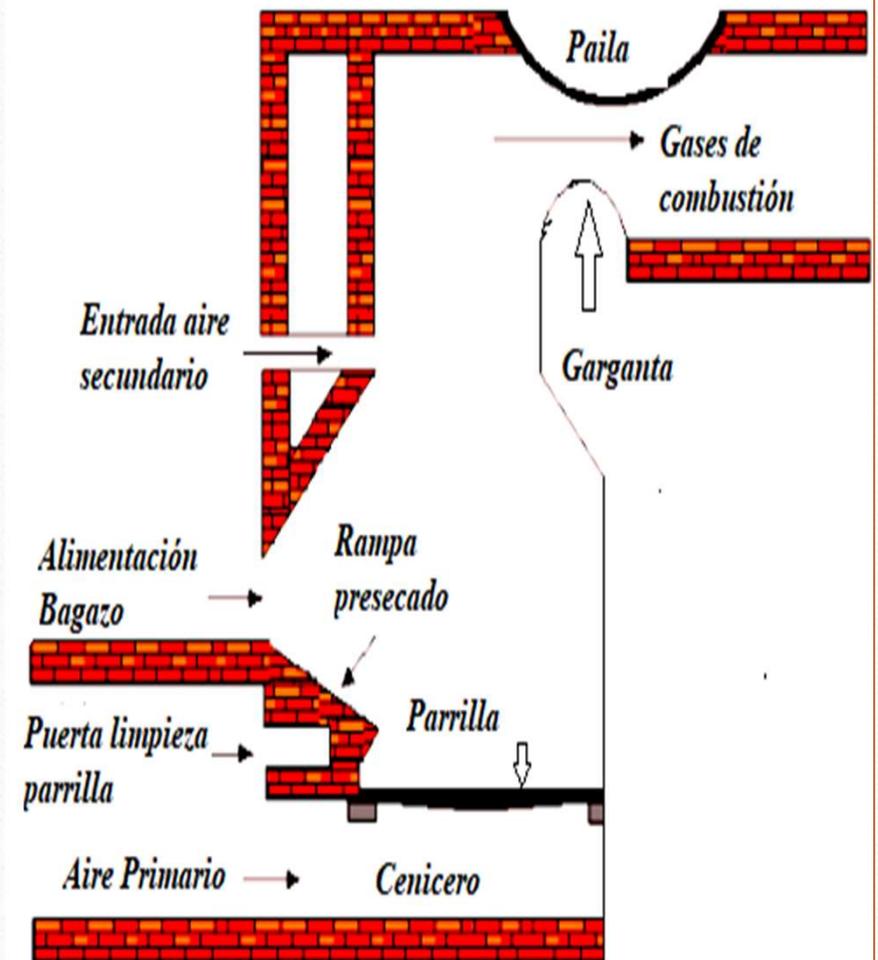
## *Cámara plana con cámara auxiliar*

1. Originaria de Cundinamarca y mejorada y difundida por CIMPA
2. La cámara auxiliar recibe 1 ó 2 pailas concentradoras o paneleras
3. La cámara auxiliar se conecta a la principal con un ducto de 30 cm de sección e inclinado  $<30^\circ$
4. La cámara principal funciona a plena carga mientras la auxiliar se regula en función del punto de panela
5. Con pailas iguales da un 5% más de capacidad que la plana y ahorra 3% de bagazo con el mismo empailado.
6. El área de parrilla se divide en una proporción de 70:30
7. Es un poco más costosa que la plana por la doble puerta, parrilla y ladrillos



# CÁMARA WARD CIMPA

1. Adecuada para trapiches que trabajen continuamente mínimo 4/24 y produzcan más de 150 kg/h de panela. Equipos de molienda con extracción superior a 63 kg de jugo por 100 kg de caña
2. Puede quemar bagazo con humedad hasta con 45% de humedad. Entre más seco mayor rendimiento y mayor eficiencia térmica
3. Cámara con mayor volumen para la reacción de combustión
4. Entrada de aire primario por debajo de la parrilla y secundario por la parte superior de la combustión
5. Eficiencia de combustión mayor al 90%. CO entre 1.000 y 10.000 ppm. Temperaturas de combustión entre 950 y 1.200°C



## *PARTES DE LA CÁMARA:*

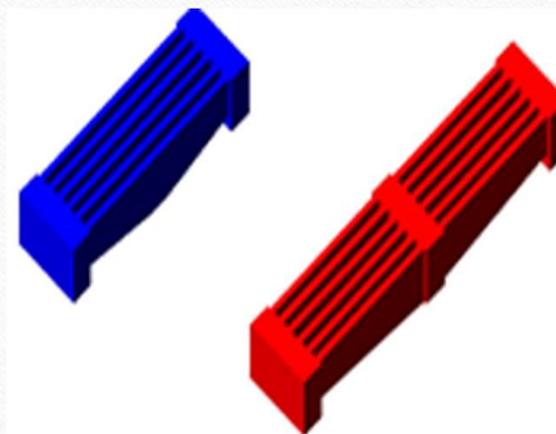
# 1. Parrilla de rieles

1. Es el primer tipo de parrilla después de quemar el bagazo sobre troncos o en adobes puestos en celosía.
2. El área libre o de ventilación varía de 20 a 30% del área total dando una combustión incompleta, baja eficiencia de combustión, 50 a 70% con gases con alto *CO*.
3. Por la baja ventilación, los rieles se sobrecalientan, se dilatan y se tuercen y el bagazo se cae al cenicero
4. Son de bajo costo. Pero no se debe olvidar que los rieles son patrimonio del estado.
5. Por el área libre pequeña el factor de diseño es muy bajo (600 a 800 kW/m<sup>2</sup> lo cual origina parrillas muy grandes que permiten entrar gran cantidad de aire falso que enfría la combustión.



## 2. *PARRILLA TIPO CIMPA*

1. Diseñada en 1987 en CIMPA y construida en diferentes talleres
2. La parrilla se arma a partir de barrotes de 15,5 cm de ancho por 50, 75, 100 y 120 cm de largo, contruidos en hierro fundido.
3. Cada barrote tiene entre 1 y 4 espacios longitudinales y a lo ancho entre 3 y 4 espacios de 1,0 a 1,5 cm para evitar la caída del bagazo.
4. El área libre puede llegar al 50% del área de la parrilla, lo cual aumenta la eficiencia de combustión a cerca del 90% por la mejor mezcla del aire con el combustible.
5. Como toda parrilla, se debe limpiar frecuentemente para evitar las costras de ceniza que la obstruyan, las sobrecalientan y deforman
6. Las dimensiones de la parrilla deben se proporcionales a la cantidad de bagazo a quemar y, por tanto, a la capacidad de producción de panela, con un factor de 1.000 a 1.200 kW/m<sup>2</sup>

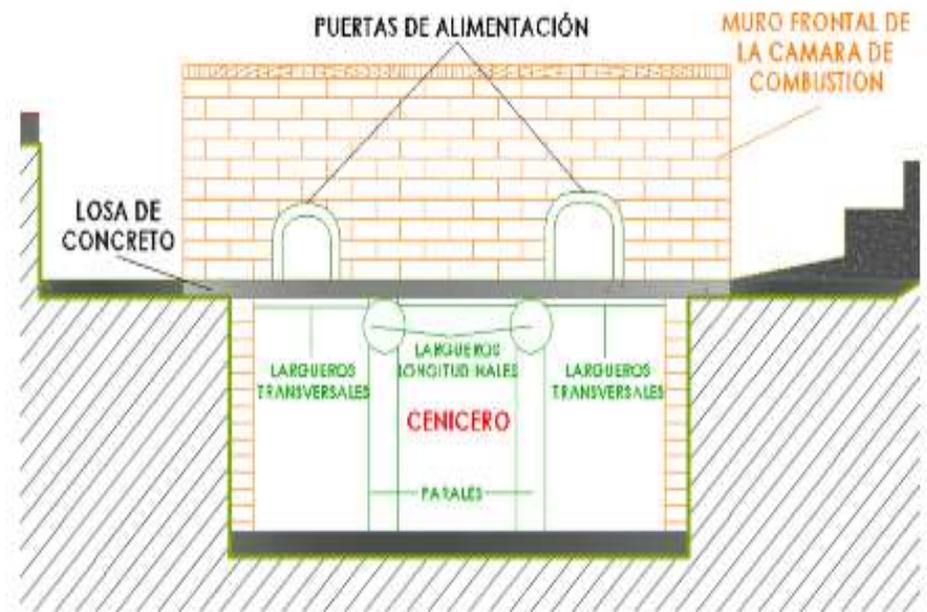


### 3. PARRILLA TIPO REJILLA

1. Diseñado por Hugo García, 2013
2. Diseño base en platina de 3/16"x1½", preferible de acero inoxidable. Distancia entre platinas de 2 a 2,5cm
3. Factor de diseño: 1.000 a 1.200 kW/m<sup>2</sup>, por lo cual dan parrillas con áreas pequeñas
4. Relación área ventilada sobre área total de la parrilla superior al 90% lo cual origina mayor eficiencia de combustión.
5. Son de bajo costo, construibles en cualquier taller y adaptables a las necesidades de diseño puntuales de cada hornilla.
6. Si se barren con frecuencia en la operación se mantienen frías y son tan durables como cualquier parrilla en hierro fundido.



# CÁMARA: ÁREAS COMPLEMENTARIAS



## Partes de la Cámara de combustión: *Puerta de alimentación del bagazo*

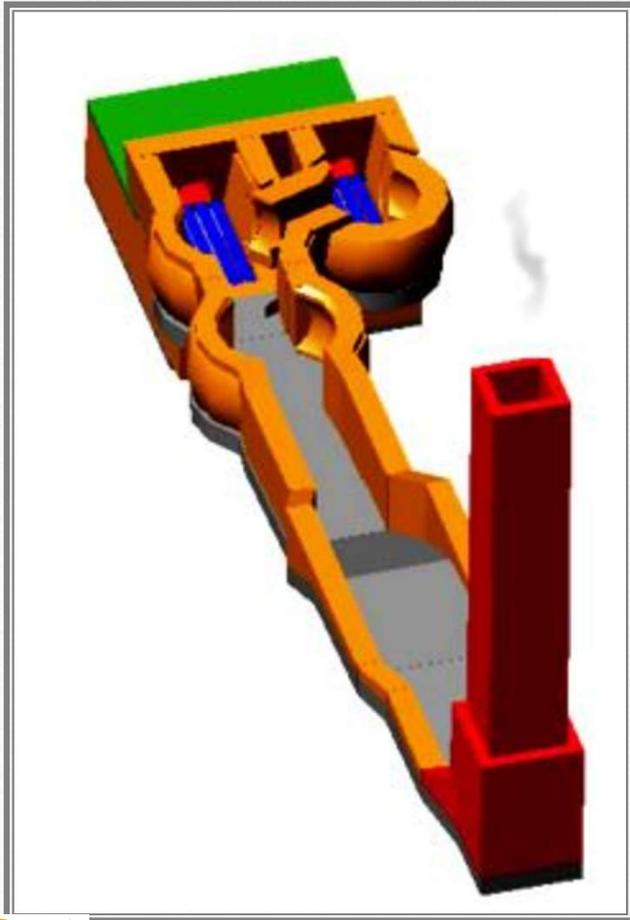
- Las puertas o bocas de alimentación del bagazo son marcos contruidos en hierro fundido con dimensiones de 42x42 cm para hornillas de más de 150 kg/h de panela; 35x35 cm para 100 a 150 kg/h y 28x28 cm para menos de 100 kg
- En las hornillas con cámara doble se usa una puerta grande para la cámara principal y una pequeña para la auxiliar. **En todas las hornillas la puerta debe permanecer tapada con bagazo mientras se quema el bagazo.**



## Partes de la Cámara de combustión: *EL CENICERO.*

1. El cenicero es fundamental pues es la entrada del aire para la combustión
2. En el cenicero se acaba de quemar el bagazo que cae de la parrilla y, con este calor y el de la ceniza, se precalienta el aire de combustión
3. Debe ser un espacio amplio y seco
4. La ceniza no se debe retirar con agua: Humedece y enfría el aire de combustión, contamina las aguas y se pierde un material valioso para abonar la finca





## • *2 DUCTO DE GASES*

- El bagazo es el combustible que produce la llama más larga, hasta 7 m y, por tanto, el ducto también forma parte de la cámara de combustión.
- El ducto o camino lleva la energía, en forma de calor, hacia los evaporadores y el residuo hacia la chimenea
- En el ducto de la hornilla se ubican los evaporadores
- Las paredes deberían construirse en ladrillo refractario o, en su defecto, en ladrillo para hornillas. El piso del ducto se construye en ladrillo corriente
- Los pasa fuegos de las pailas redondas se construyen en forma de arco con ladrillos y en las pailas planas con ladrillo o placas de concreto.
- El factor de diseño para establecer las dimensiones del ducto es la velocidad de los gases: 2 a 4 m/s en las primeras pailas y 4 a 6 m/s en las finales



## ***DUCTO: PASAFUEGOS PAILAS REDONDAS***

Se llaman arcos por su forma geométrica. Se construyen con ladrillos arco-cuña y ladrillos arranque. Las dimensiones de la cuña varían en función de la flecha del arco. No se recomienda poner ladrillos rectos porque se pueden caer y el arco se destruye

# *DUCTOS: PASAFUEGOS*





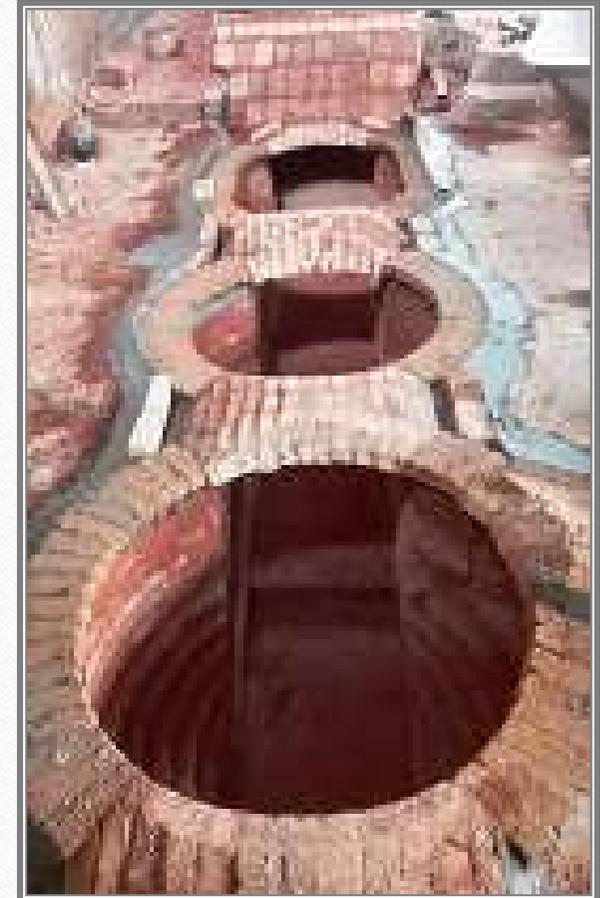
## ***DUCTO: PASAFUEGOS PAILAS PLANAS***

Son tapas sobre el ducto para llevar los gases y la energía de una paila a otra. Se construyen con ángulos metálicos y ladrillo o con planchas de concreto. Deben ser removibles para la limpieza del ducto



## ***DUCTO PAILAS REDONDAS***

1. Tanto en las pailas redondas como en las planas las paredes deben construirse en hilada doble para bajar las pérdidas de calor.
2. El factor de diseño del diámetro del seno de cada paila es de 20 cm en pailas menores de 1,0 m de diámetro y de 30 cm en pailas mayores.
3. El factor de diseño para las medidas del ducto es el de la velocidad de los gases. 2 a 4 m/s para las pailas redondas y 4 a 6 m/s para las planas.
4. Para sentar las pailas redondas en el ducto estas se nivelan por el asiento y el piso es el que cambia la pendiente en función de la velocidad.



## ***DUCTOS: PAREDES***

Las paredes, de pailas redondas y planas, se deben construir con ladrillo en hilada doble. Para evitar la pérdida de energía, se recomienda hacer doble pared con un espacio vacío o relleno de cascarilla de arroz.

En las pailas planas las paredes deben tener una inclinación del 2%, longitudinal y transversalmente para facilitar la descarga y trasiego de los jugos. Las paredes se deben construir con ladrillo refractario





## ***DUCTO: LADRILLOS***

En las paredes del se emplean: 1. Ladrillos refractarios y 2. Ladrillos artesanales para hornilla.

Los ladrillos refractarios se elaboran en forma industrial y soportan hasta 1.100°C (***U28***) y hasta 1.300°C (***U30***).



artesanales se producen en chircales de Puerto Salgar, Ibagué, San Joaquín, Oiba, Cartago, Pitalito, entre otros, y aguantan hasta 900°C

# *DUCTO: MORTEROS Y JUNTAS*

## MORTEROS

- Para ladrillos refractarios se debe emplear el mortero refractario vendido por el fabricante de los ladrillos. Erecos recomienda morteros sílicoaluminosos en proporción de 160 a 180kg por cada 1.000 ladrillos
- Para ladrillos artesanales es recomendable comprar arcilla de la misma con que se construyó el ladrillo, para mezclar con arena blanca fina. Algunos maestros de hornillas emplean, además, cal o cemento y melaza.
- METALAGRO emplea la siguiente mezcla para pañetar el cubilote y los crisoles: Arena blanca fina: 61%. Caolín para fundición: 35% 3. Aguamiel: 4% (Agua miel: Agua 80% Miel: 20%).

## JUNTAS

- Independiente de los materiales empleados, un muro o arco mal pegados se caerán y será necesario reconstruir el horno.
- ERECOS recomienda para el mortero refractario juntas menores de 2 mm de espesor. Para los morteros y ladrillos artesanales se recomiendan juntas de 3 a 5 mm de espesor



***ESTIMATIVO COSTOS DE MATERIALES  
HORNILLA PLANA 150 KG/H***

ELEMENTO	CANTIDAD	Precio Unidad	Total
Ladrillo Recto Erecos U30	1.250	\$ 6.062	\$ 7.577.500
Arco Cuña U33	24	\$ 7.347	\$ 176.328
Arranque U33	24	\$ 7.347	\$ 176.328
Mortero Húmedo , Cuñete	9	\$ 55.454	\$ 499.086
Ladrillo corriente hornilla	2.500	\$ 800	\$ 2.000.000
Ladrillo corriente chimenea	3.000	\$ 700	\$ 2.100.000
Cemento, bultos	15	\$ 26.000	\$ 390.000
Arena, m <sup>3</sup>	2	\$ 70.000	\$ 140.000
Arcilla, m <sup>3</sup>	1	\$ 120.000	\$ 120.000
Tablas, alambre, varilla, Gral	1	\$ 700.000	\$ 700.000
<b>TOTAL</b>		<b>ERECOS</b>	<b>\$ 13.879.242</b>
		<b>Home Center</b>	<b>\$ 8.551.742</b>



### ***3. EVAPORADORES***

1. Son los implementos de la hornilla donde se realiza el calentamiento de los jugos para la clarificación del jugo y la evaporación del agua para la concentración de las mieles hasta obtener el punto de panela.
2. Los evaporadores se llaman pailas, tachos, fondos, etc.
3. Son de formas semiesférica, semicilíndrica, trapezoidal, aleteadas, acanaladas, tubulares, etc
4. Se construyen en aluminio, hierro, cobre y acero inoxidable



## ***EVAPORADORAS SEMIESFERICAS***

*En este tipo de pailas se favorece el trasiego de las mieles en forma manual. Alta relación Volumen/Área de transferencia. \$/kW alto*

*Especiales para concentrar las mieles de 65-70 a 96°B.  
Materiales de construcción: Hierro fundido, aluminio, cobre, acero inoxidable*



# EVAPORADOR SEMIESFÉRICO



- Inicialmente eran pailas en forma de caja trapezoidal recta rectangular, con ángulos a  $90^\circ$ , construidas en láminas de cobre o de aluminio. Para facilitar el trasiego de los jugos con los remellones CIMPA les cambió la forma a semicilindros de punta alargada, estilo canoa.
- Actualmente se construyen en lámina de acero inoxidable 304 en diferentes dimensiones
- Permite pailas más grandes en ductos angostos
- Recomendable para concentrar jugos de  $60$  a  $80^\circ\text{B}$ .
- $\$/\text{kW}$  transferido alto. Mejor relación falca/área de transferencia que el semiesférico.



# EVAPORADOR ALETEADO

1. Fue el primer evaporador de alta eficiencia de transferencia de calor desarrollado por CIMPA en 1987.
2. Consta de una lámina de hierro o acero sobre la cual se unen aletas de platina mediante soldadura de penetración
3. Al área plana de la paila se suma el área de las aletas (por lado y lado) con una eficiencia térmica del 13%
4. Su uso principal es en clarificación y evaporación hasta concentraciones de 60 a 70°B
5. A pesar de ser los más costosos de construir, su \$/kW es medio



# EVAPORADOR PIROTUBULAR

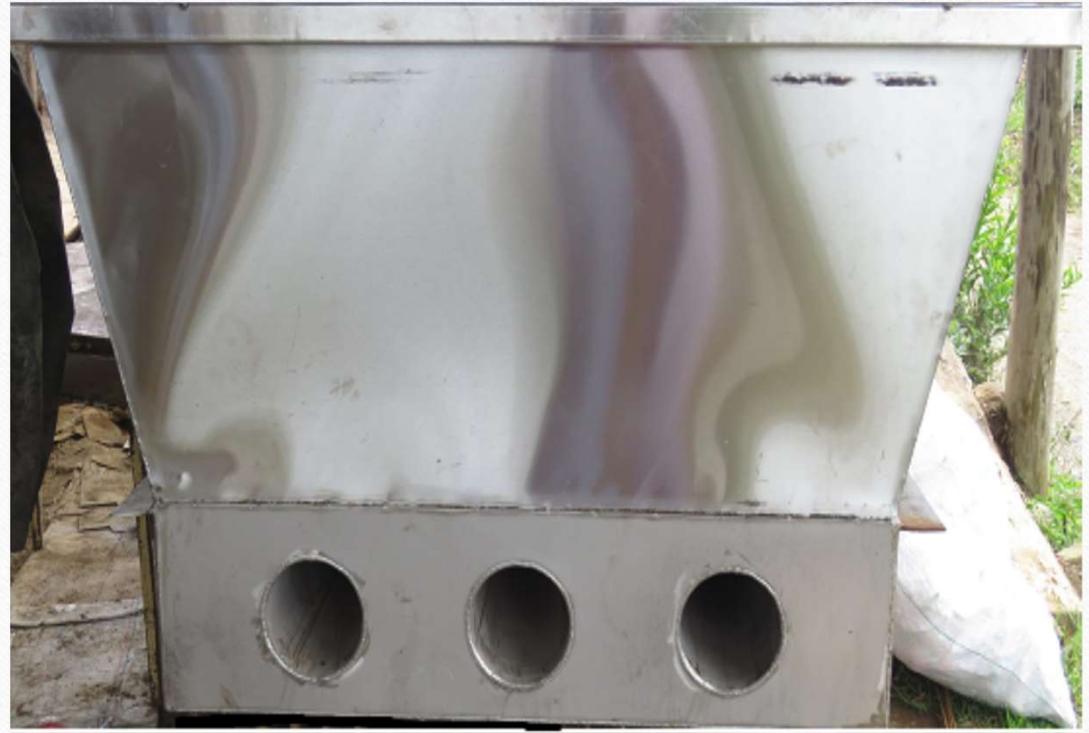
TUBO TRAPEZOIDAL. CIMPA1992

TUBO PLANO OVALADO. CIMPA 1994



## ***EVAPORADOR PIROTUBULAR. TUBOS CÍLINDRICOS.***

1. Desarrollado por Hgarcía en CORPOICA 2002
2. Transfiere calor por los tubos y por las paredes de la caja
3. Recomendado para clarificar y evaporar hasta concentraciones de 60 a 70°B.
4. Los evaporadores con tubos trapezoidales dan la mayor área de transferencia de energía pero son difíciles de limpiar.
5. Se pueden construir con láminas de acero inoxidable delgadas
6. Todos los evaporadores pirotubulares tienen \$/kW relativamente bajos





## ***EVAPORADOR ACANALADO***

1. El área de transferencia es la sumatoria del área de las canales y de los puentes entre canales.
2. Función: Clarificadora y evaporadora hasta 60-70°B.
3. Desarrollada por CORPOICA 2008



## EVAPORADOR PIROTUBULAR ALETEADO. TUBOS CILÍNDRICOS.

---

1. El área de transferencia es la sumatoria del área plana del evaporador, el área de las aletas y la de los tubos.
2. Tasas de incremento de temperatura altas por una relación grande área de transferencia sobre el volumen de jugo.
3. Función: Clarificadora y evaporadora. Desde jugo crudo hasta 60°B
4. Desarrollada por Hgarcía para ONF, 2015



# EVAPORADOR PIROTUBULAR ACANALADO

1. Desarrollado por Hgarcía 2018. Apoyo Hornillas El Panelero y JM Estrada.
2. Recomendado para Clarificación y evaporación
3. Fácil de construir y con láminas de acero inoxidable poco espesor
4. \$/kW más bajo de todos los evaporadores
5. Alta difusión en Huila



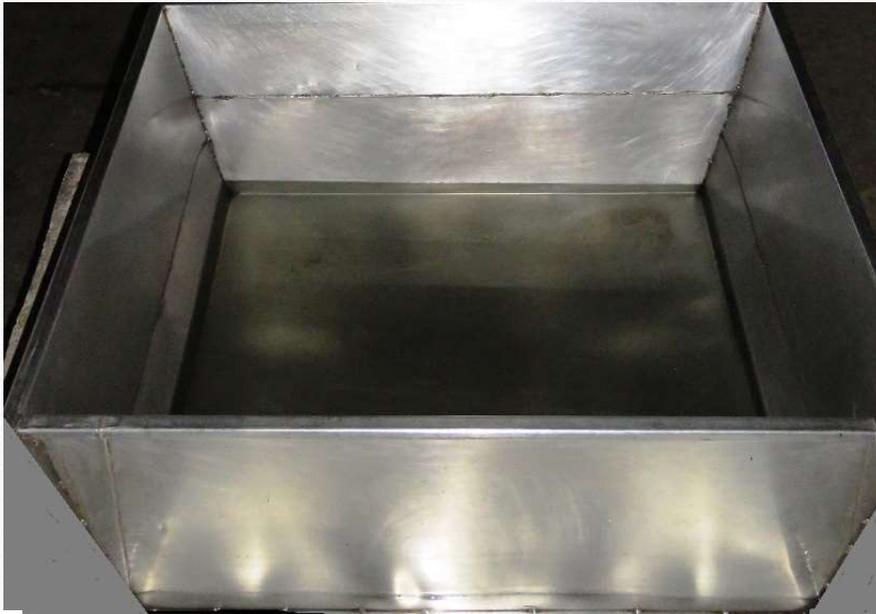
## Evaporador Piro-tubular- Acanalado-Aleteado

1. Desarrollado por Hgarcía, con apoyo de JMESTRADA y Hornillas El Panelero, 2017.
2. Uno de los \$/kW transferido más bajo
3. Costo de construcción alto
4. Construcción Compleja
5. Alta eficiencia para clarificación y concentración
6. Requiere estudio profundo para su diseño y balanceo de la hornilla



# PRECALENTADORA

Son cajas trapezoidales y pueden ir aleteadas. Mientras reciben el jugo lo van precalentando. Se deben diseñar para el volumen del lote, ceba o botija y la temperatura del jugo debe ser menor de 50°C. Las precalentadoras ahorran entre 3 y 5% de bagazo y aumentan la capacidad en 5%.



## 4. CHIMENEA

*La chimenea es el conducto vertical donde se genera la diferencia de presión requerida para transportar los gases desde la cámara de combustión hasta los evaporadores*



# VARIABLES PARA EL CÁLCULO DE LA CHIMENA

## TIRO TEÓRICO.

1. *Presión atmosférica. Depende de la altura sobre el nivel del mar: A mayor altura del terreno menor  $P_{atm}$ , menor tiraje y mayor altura de la chimenea*
2. *Altura de la chimenea. El tiraje es directamente proporcional a la altura de la chimenea.*
3. *Temperatura. A mayor temperatura de los gases, menor su densidad, mayor tiraje y menor altura de la chimenea.*

$\Delta$ . *Por normas ambientales la altura mínima recomendada para las chimeneas de biomasa es de 15m*

## CAÍDA DE PRESIÓN

1. *Velocidad de los gases. La velocidad aumenta la caída de presión al cuadrado. Los ductos se deben dimensionar para una velocidad de 2 a 6 m/s*
2. *Cambios de dirección. Las contracciones, reducciones y cambios de dirección en ductos y chimenea aumentan la caída de presión de los gases y la altura de la chimenea. Todo cambio de dirección debe ser menor a  $30^\circ$ .*
3. *Altura de la capa de bagazo en la cámara. A menor capa menor resistencia a vencer. La alimentación regulada del bagazo mantiene una capa delgada y una velocidad de los gases constante*





## *Chimenea con separador de material particulado*

Se basa en el diseño de los separadores ciclónicos. Las partículas caen por el cambio de la velocidad . Diseñada por Hgarcía. 2015



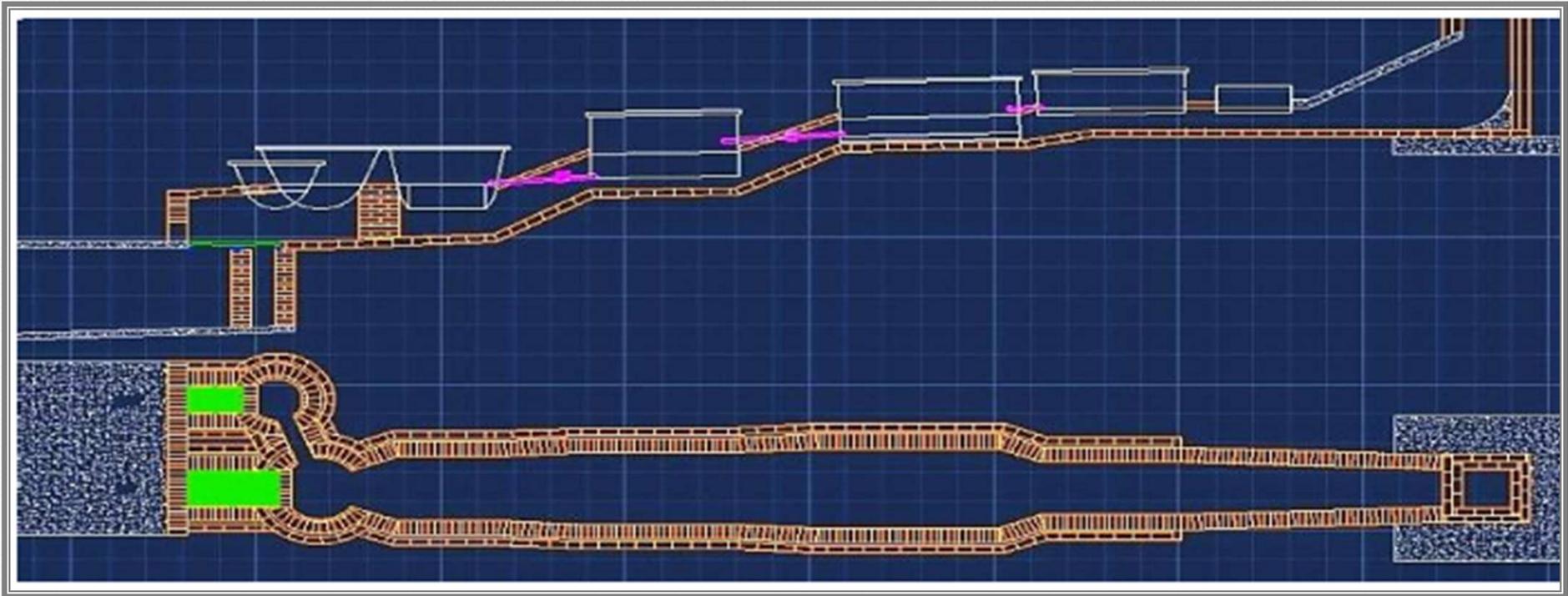
# RECOMENDACIONES SEPARACIÓN MATERIAL PARTICULADO

---

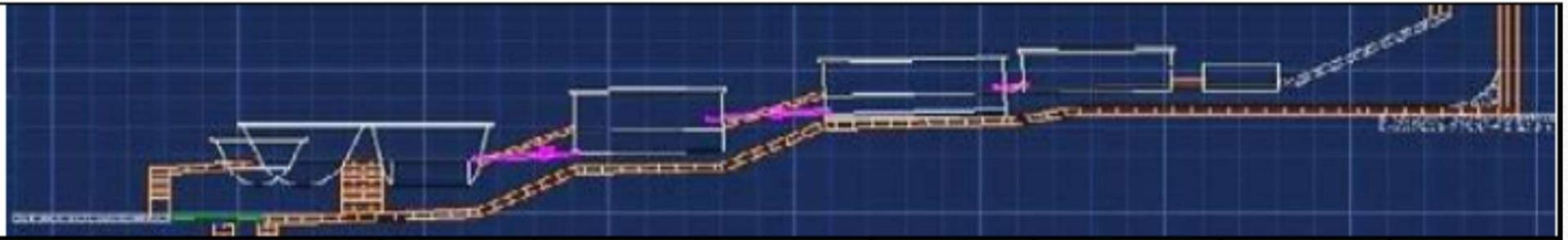
1. *La velocidad de los gases en la base de la chimenea debe ser lo más baja posible: menor de 0,5 m/s.*
2. *El área de la base de la chimenea debe ser por lo menos 4 veces el área del ducto de gases*
3. *Los gases deben entrar a la chimenea con dirección tangente a la base. O sea por uno de los dos lados.*
4. *La reducción del diámetro de la base de la chimenea debe ser ligeramente gradual para que los gases aumenten su velocidad suavemente. O sea, sin turbulencias.*

# VÁLVULA DE CONTROL DE TIRO





## ***HORNILLA: INTEGRACIÓN Y BALANCES***



Variable/	PANELERA	REDONDA	SEMICILIND	ACANALADA	PIROTUBO	RECIBIDORA	MELOTERA	CHIMENEA
TEMPERATURA GAS, °C	1026	970	886	705	488	384	353	345
DENSIDAD, kg/m <sup>3</sup>	0,226	0,236	0,253	0,300	0,386	0,447	0,469	0,475
VELOCIDAD, m/s	4,54	4,38	4,80	5,48	5,95	5,89	6,55	3,76
Calor, Mcal/h	24	66	70	223	129	39	12	279
Agua Evap Kg/h	41	123	129	413	216	Velocidad en separador: 0,34m/s		



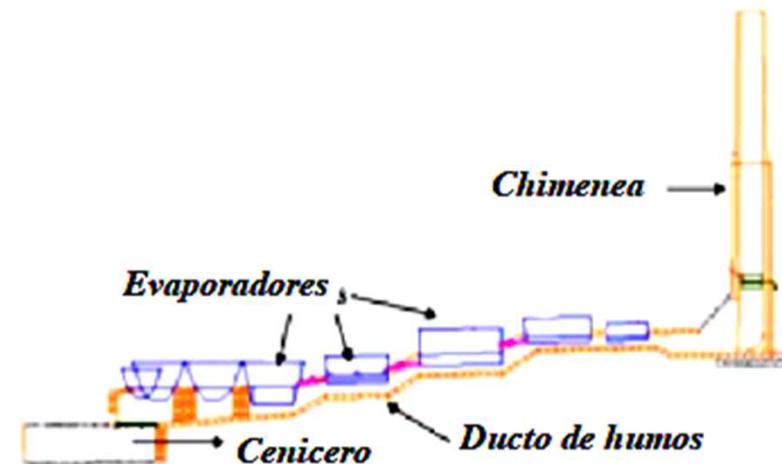
# ALGUNAS IDEAS PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA TÉRMICA EN LAS HORNILLAS PANELERAS



## MONTAJE, ALINEACIÓN Y NIVELACIÓN

*La hornilla debe ser construida por un oficial o maestro calificado*

1. Las pailas redondas se nivelan por el asiento. Normalmente el que sube es el piso para mantener la velocidad de los gases entre 3 y 6 m/s
2. La pendiente se traslada en las pailas planas de acuerdo con el desnivel programado
3. Se deben evitar cambios bruscos de dirección en el ducto. Las rampas deben ser de menos de 30°.
4. Todos los evaporadores deben mantener la misma intensidad térmica.



# Precalentador

*Toda hornilla debe tener una paila recibidora-precalentadora.*

1. El precalentador absorbe energía de los gases de salida.
2. El precalentador tiene el mismo costo del tanque recibidor metálico.
3. El precalentador aumenta en un 5% la capacidad y la eficiencia térmica
4. Los jugos en el precalentador deben alcanzar una temperatura de 50 a 60°C



# Cenicero

1. El cenicero debe ser un lugar completamente seco, aislado de la humedad.
2. La energía de las brasas, bagazo no quemado, humos y cenizas precalientan el aire de combustión y ahorran combustible.
3. El agua enfría el aire y aumenta la humedad de los gases de combustión y baja la capacidad y la eficiencia térmica de la hornilla



## COMBUSTIBLE V.S. TIEMPO DE LA MOLIENDA

REORGANIZACIÓN DE LA CADENA PRODUCTIVA  
CONSUMO DE LEÑA EN FUNCIÓN DEL TIEMPO DE  
OPERACIÓN. NAMA PANELA-2018





## Tasa de alimentación de bagazo

---

- La alimentación del bagazo se debe regular a una frecuencia de 90 a 105 segundos para completar la combustión.
- Tiempos más cortos apagan el bagazo, tiempos más largos permiten la entrada de aire falso.
- Se debe evitar el ciclo de chorros de humo negro, chorros de humo transparente.



ESTO ES LO QUE NO SE DEBE HACER

## Tapabocas

- La Puerta de la hornilla siempre debe permanecer tapada.
- El aire enfría la combustión y baja la temperatura de los gases
- El aire de la combustión debe subir del cenicero y pasar a través de la parrilla
- La radiación térmica afecta la salud de los obreros.

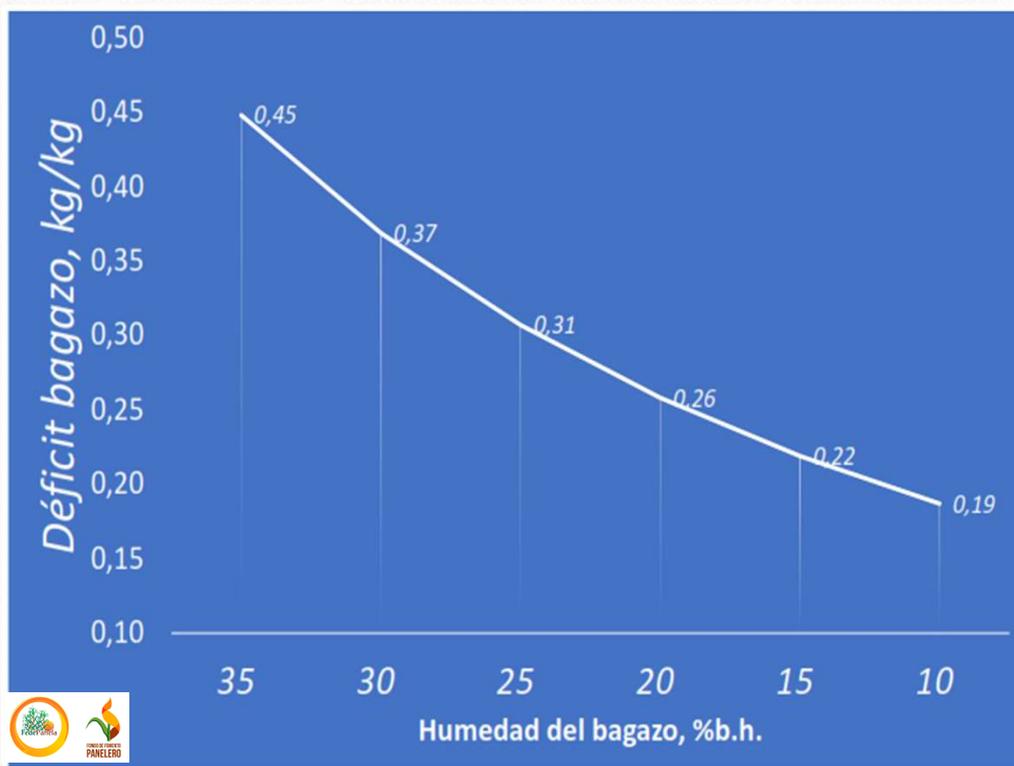
***EFEECTO DE LA MADUREZ DE LA CAÑA***  
***BALANCE DE BAGAZO EN FUNCIÓN DE SST DEL JUGO.***

Ep: 58 kg jugo/kg de panela. Eficiencia Hornilla: 38%

<b>Sólidos Solubles Totales del jugo, °B</b>	<b>15,0</b>	<b>16,0</b>	<b>17,0</b>	<b>18,0</b>	<b>19,0</b>	<b>20,0</b>	<b>21,0</b>	<b>22,0</b>	<b>23,0</b>
Caña, kg/kg de panela	11,7	11,0	10,3	9,8	9,3	8,8	8,4	8,0	7,6
Bagazo producido, kg/kg panela	2,90	2,75	2,63	2,51	2,41	2,32	2,24	2,17	2,09
Bagazo Consumido, kg/kg panela	3,54	3,28	3,05	2,85	2,66	2,50	2,35	2,21	2,09
Déficit bagazo, kg/kg panela	0,64	0,53	0,42	0,33	0,25	0,18	0,11	0,05	0,00

# Secado Bagazo. Efecto de la humedad.

Extracción 58 kg/100 kg de caña. Hornilla 38% de eficiencia





## ***OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO***

1. En operación: Cada 6 horas se debe “barrer” la parrilla y se deben lavar las pailas paneleras o punteras
2. El ducto, pirotubos y aletas se deben descenizar completamente cada 2 ó 3 semanas de molienda
3. La hornilla se debe pañetar y ajustar alturas y niveles cada 6 meses por un maestro calificado
4. *El que piense que un experto es costoso es porque no sabe lo caro que le cuesta un inexperto o un chambón.*

# OBJETIVO

- DAR A CONOCER LOS AVANCES TECNOLÓGICOS DE LOS ÚLTIMOS 40 AÑOS PARA CONTRIBUIR A MEJORAR LOS INDICADORES ECONÓMICOS, AMBIENTALES Y SOCIALES DE LA PRODUCCIÓN PANELERA

# MOTIVOS

1. AGRADECER a Investigadores, técnicos, productores y maestros de hornillas.
2. Mijil, Isidro, David, Claudio, Isauro etc
3. Gerardo, Gilberto, Jorge, Jorge M., Omed, Marco, Willi, Jaro, Fabio, José E., Henry, Fruto, Mendi
4. DEVOLVER un poco de todo lo bueno que me ha dado la panela.



# GRACIAS

