

Combustión de la partícula de biomasa y las limitaciones aerodinámicas de los sistemas de combustión a gran escala.

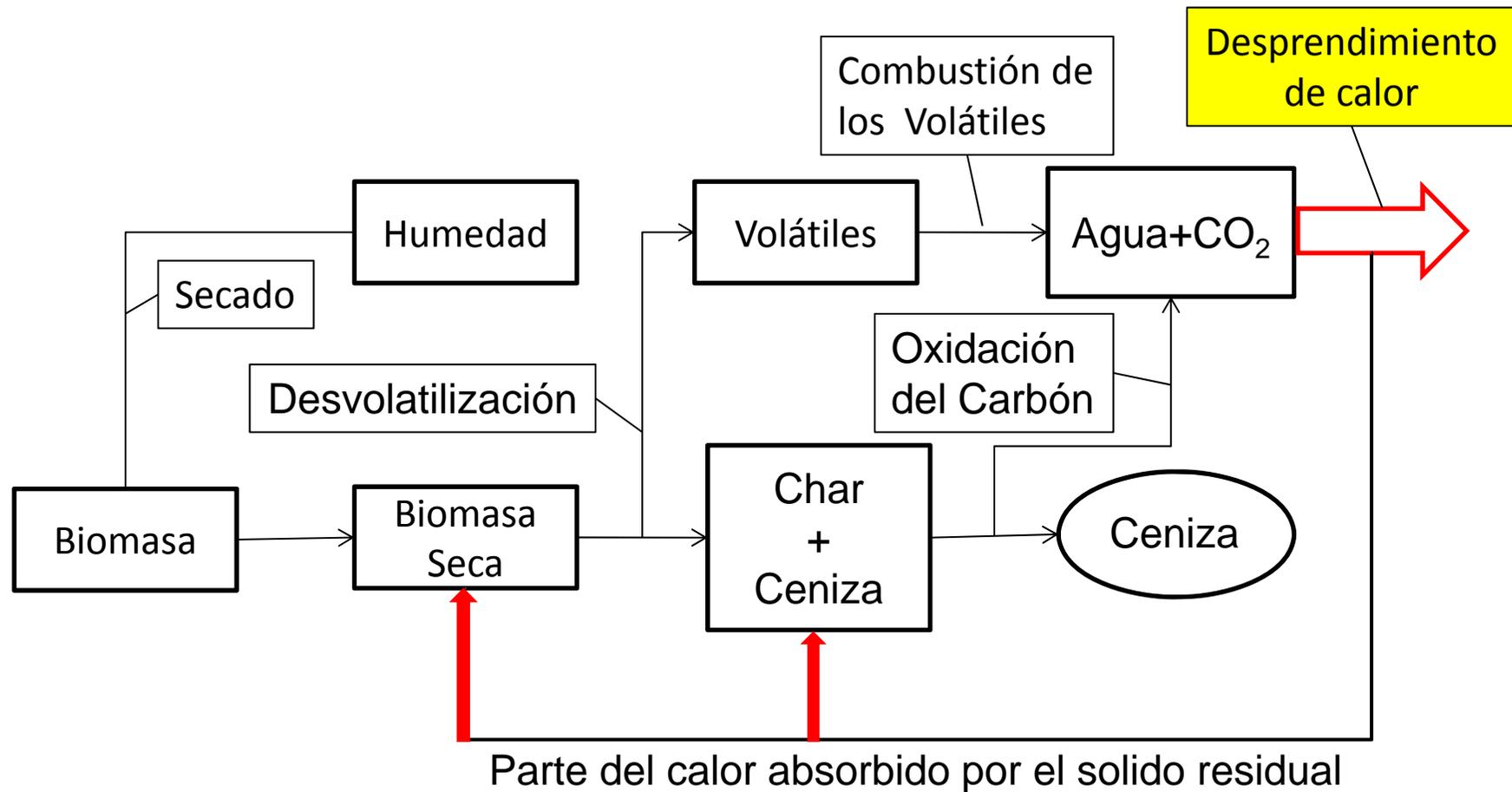


Laboratorio de Combustión

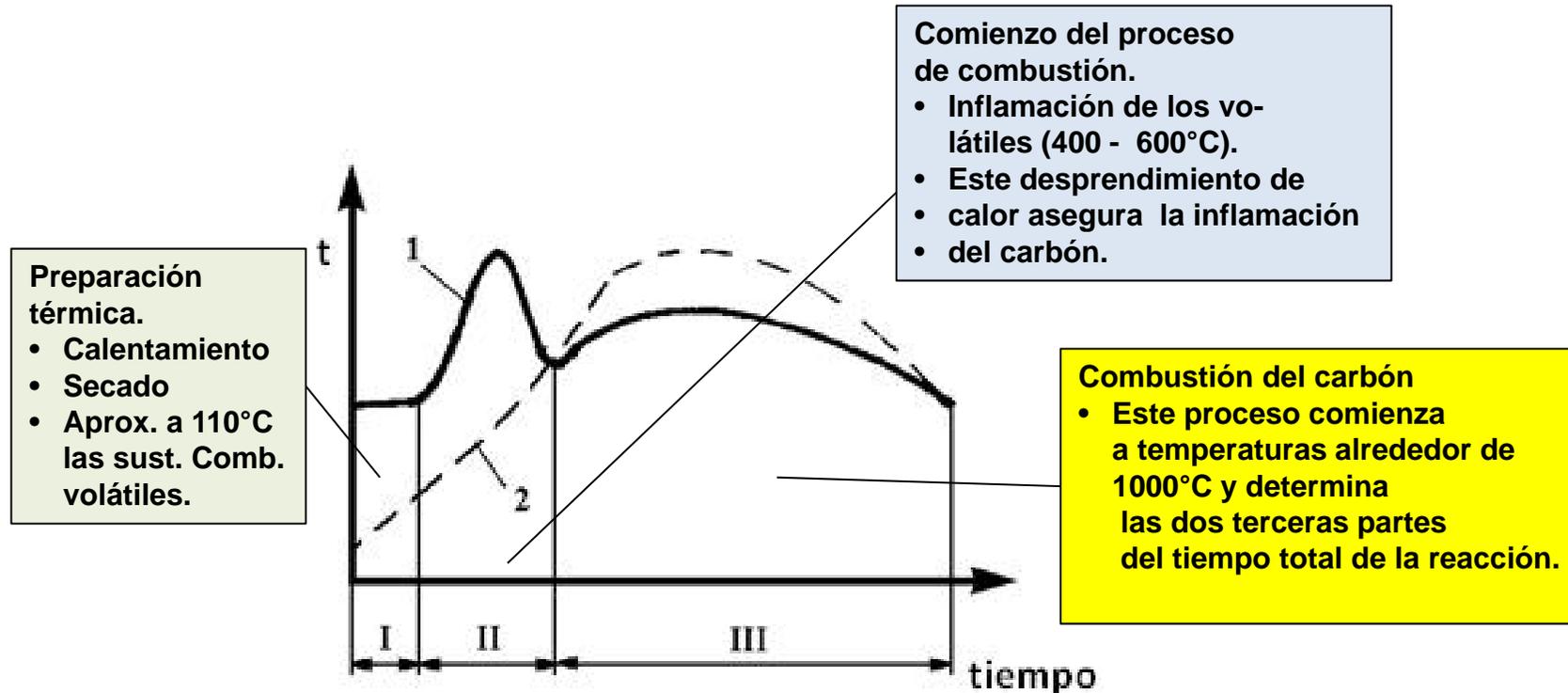
DrC Abelardo Daniel Rodríguez Arias.

DrC Liz Belkis Rosabal Ponce

Etapas del proceso de combustión de una partícula de biomasa.



Proceso de combustión de un sólido.

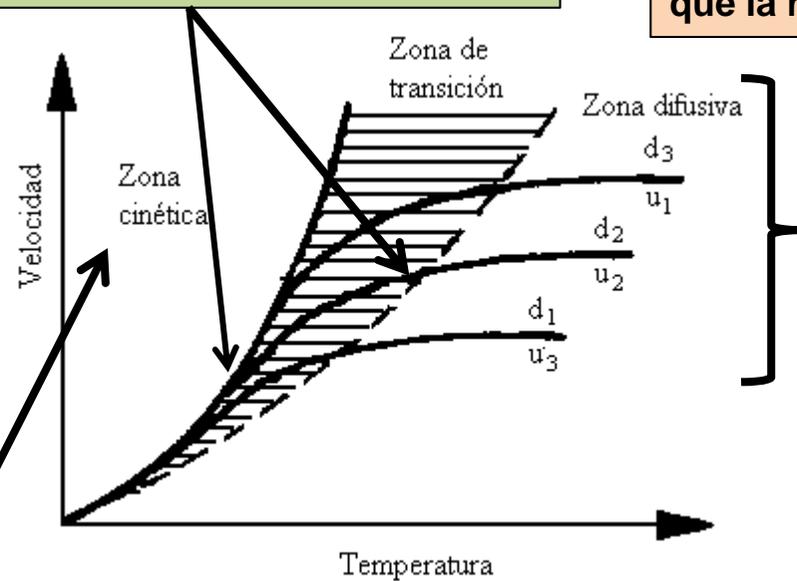


Régimen térmico de una partícula de combustible sólido durante la combustión.
1 – Temperatura del medio alrededor de la partícula; 2 – Temperatura de la partícula; I – Zona de preparación térmica; II – Zona de combustión de las sustancias volátiles, III – Combustión del coque.

Velocidad de la reacción de un combustible sólido (análisis clásico)

En esta zona la velocidad de la reacción y la entrega difusiva de oxígeno son comparables, por eso mientras mas alta la velocidad de las corrientes de aire, mas intenso será el mezclado del oxígeno con el combustible y a mayor temperatura ocurrirá el cambio de la zona cinética a la de transición y de esta a la difusiva.

Efecto análogo se puede lograr si se reducen las dimensiones de la partícula de combustible lo que permite un alto intercambio de calor y de masa con el medio que la rodea.

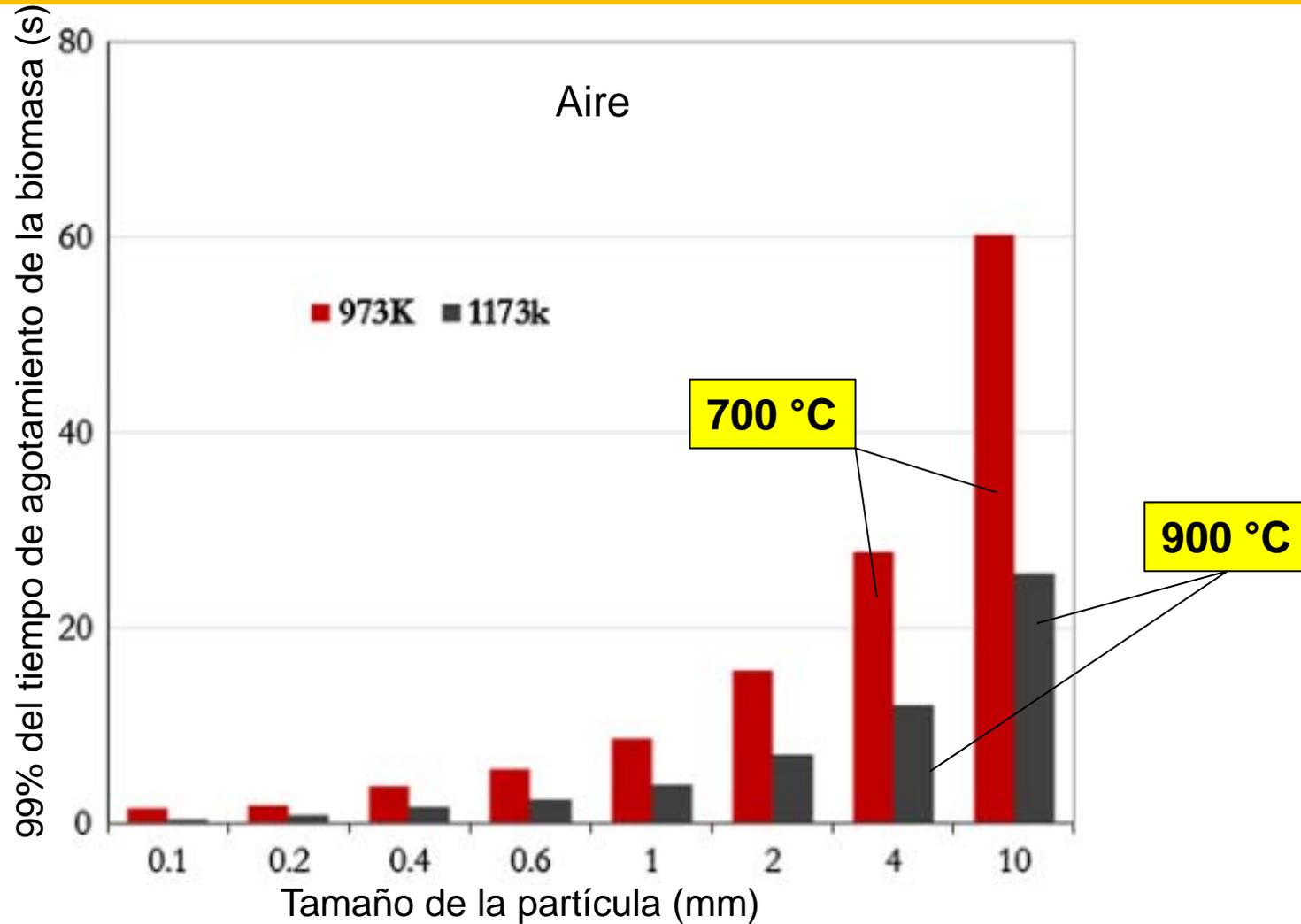


$$d_1 > d_2 > d_3$$
$$u_1 > u_2 > u_3$$

Tiene lugar la inflamación del combustible a temp. relativamente bajas con suficiente cantidad de oxígeno. El rol principal lo tiene la velocidad de la reacción que a su vez depende de la capacidad de reacción del combustible y de la temperatura

Tiempo de agotamiento de la biomasa para diferentes tamaños de partícula a 700 y 900 °C

Del tiempo total de combustión de la biomasa leñosa, 99 % corresponde a la oxidación del char.



Según estudios realizados por: Jun Li et al., 2016 [3, 4]

Combustión del carbón pulverizado.

- **Esta tecnología es utilizada por la mayoría de las plantas que producen electricidad.**
 - **Al carbón se le elimina la humedad y luego se muele hasta tamaños menores de 100 μm .**
 - **Se quema en quemadores en hornos de gran volumen donde tiene lugar el proceso de combustión.**
 - **Son instalaciones de gran tamaño con paradas muy espaciadas en el tiempo (alrededor de dos años), con rendimientos globales relativamente altos (aprox. 35 % de la pot. térmica introducida se convierte en electricidad).**
 - **En los últimos diseños con altos parámetros de presión y temperatura en el vapor, pueden alcanzar hasta 45%.**

**Desde el año 2000, en Gran Bretaña,
Dinamarca, Holanda, y Canadá
se ha incrementado la quema de biomasa con
CCP que usan 100% de biomasa y
co-combustión con carbón.
[W. R Livingston et al., 2016]**

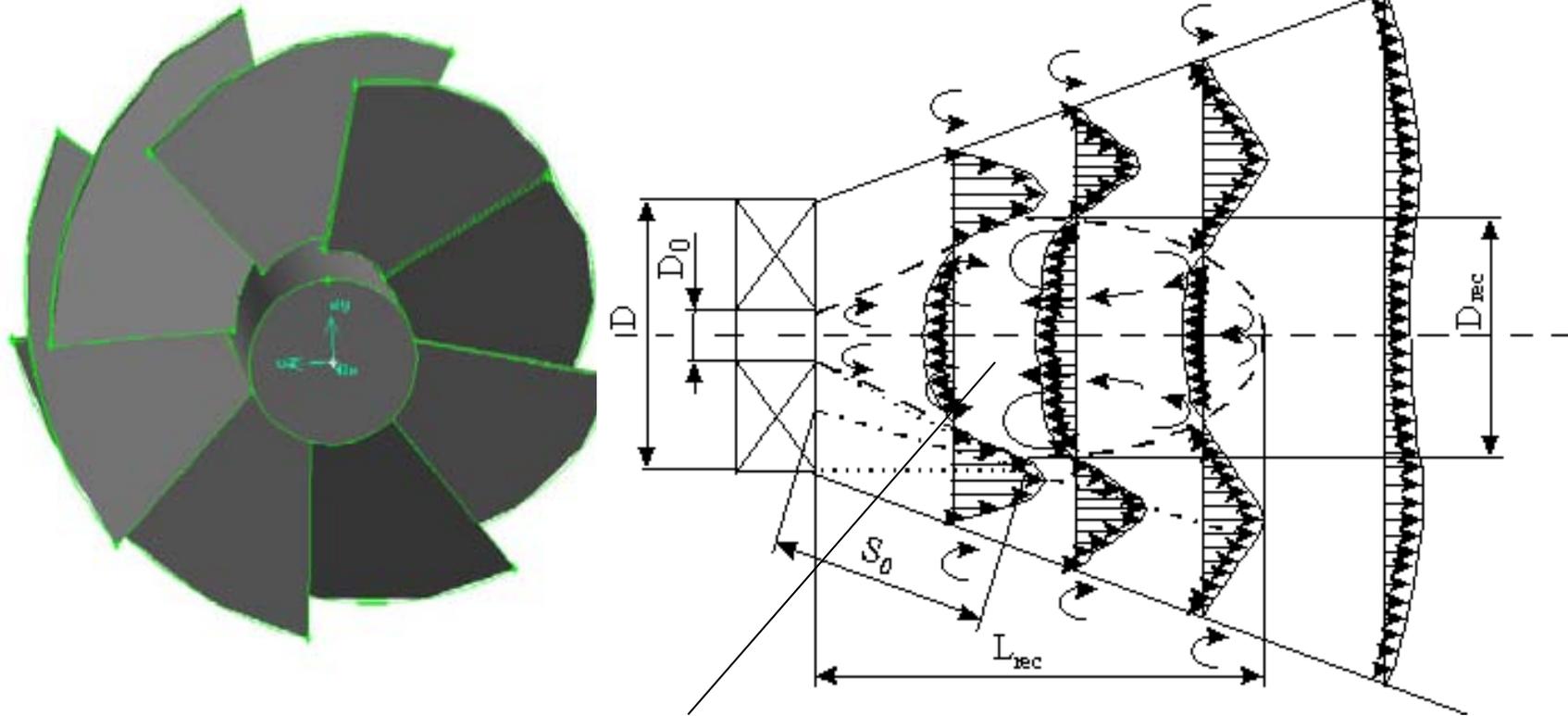
Limitaciones principales de los sistemas de combustión de sólidos

- **Dificultades para lograr la estabilidad adecuada durante el desarrollo de las llamas (anclajes en espacios determinados).**
- **Asegurar esquemas aerodinámicos que permitan la retención de las pequeñas partículas hasta el agotamiento de las sustancias combustible.**

Resultados de investigaciones realizadas en Cuba

Estabilización de llama en sistemas convencionales

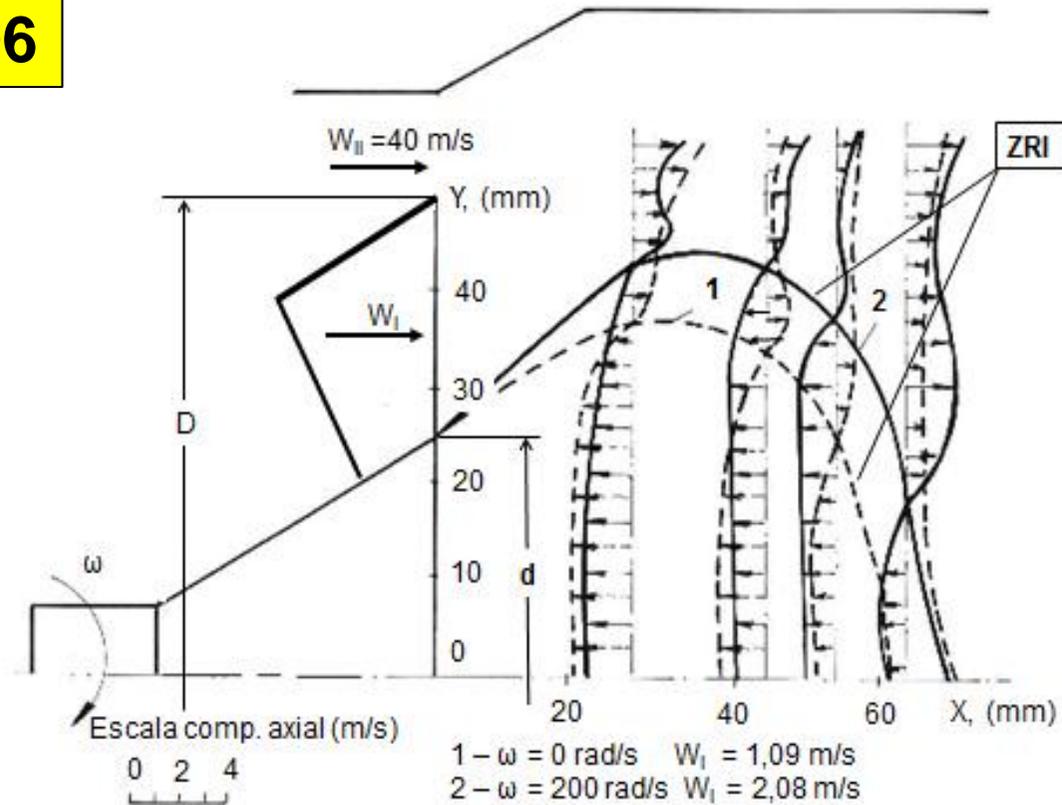
Se basan en torbellinos fuertes, cuando el grado de torbellino supera su valor crítico ($S > 0,6$), y el gradiente de presión adversa favorece la formación de la ZRI, como resultado de la ruptura brusca del vórtice del torbellino.



$$W_{ret}/W_0 = (0,3 - 0,4)$$

Estructura aerodinámica del doble cono con secciones de paso en rotación. (Nuevo Desarrollo)

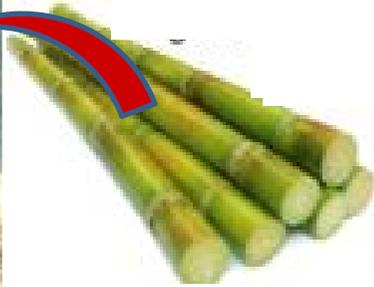
$$W_r^{max.} / W_I = 0.96$$



Esta estructura genera un torbellino débil $S = 0,16$

Tabla comparativa del nuevo estabilizador con las estructuras clásicas.

Dispositivo estabilizador		Grado de torbellino (S)	Factor de caída de presión (FCP)	Flujo másico reverso (m_r/m_0)	$W_{rev.}^{max.}/W_0$
Tipo	Angulo de la paleta (°)				
Axial	15	0,27	0,74	0	0
	30	0,57	2,8	0,18	0,35
	45	1	5,65	0,74	0,53
	60	1,73	15,4	0,96	0,77
ERDC	-	0,33	0,79	0,19	0,075



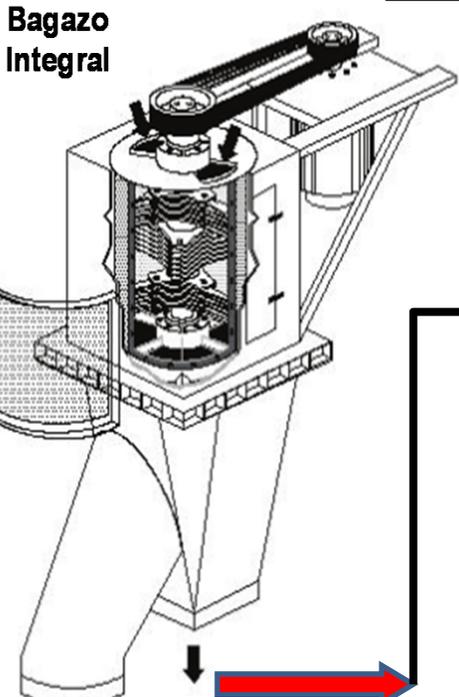
Producción de Pulpa y Papel

Alimento Animal

Con fines energéticos

Combustión combinada con:

Usos del Meollo



Desmedulador SM Caribe 1150

Bagazo Integral

55 - 60 %

Fibra

40 - 45%

Meollo

A la producción de derivados

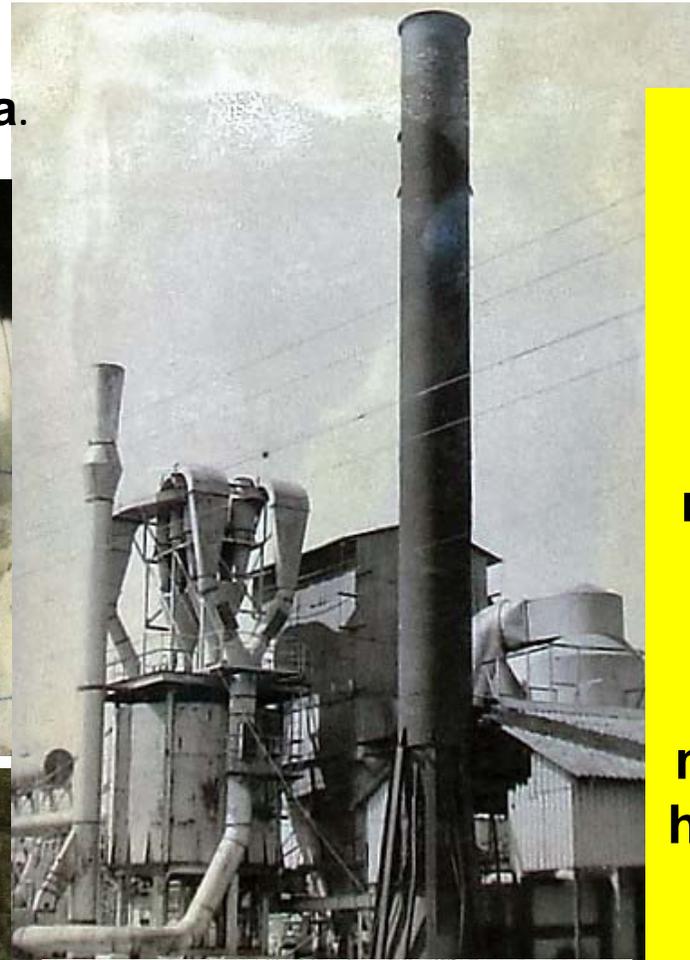
Combustibles Fósiles como: fuel-oil, carbón o gas natural

Bagazo Integral: Los mejores resultados en mezcla de 88% de BI. y 11% de meollo.

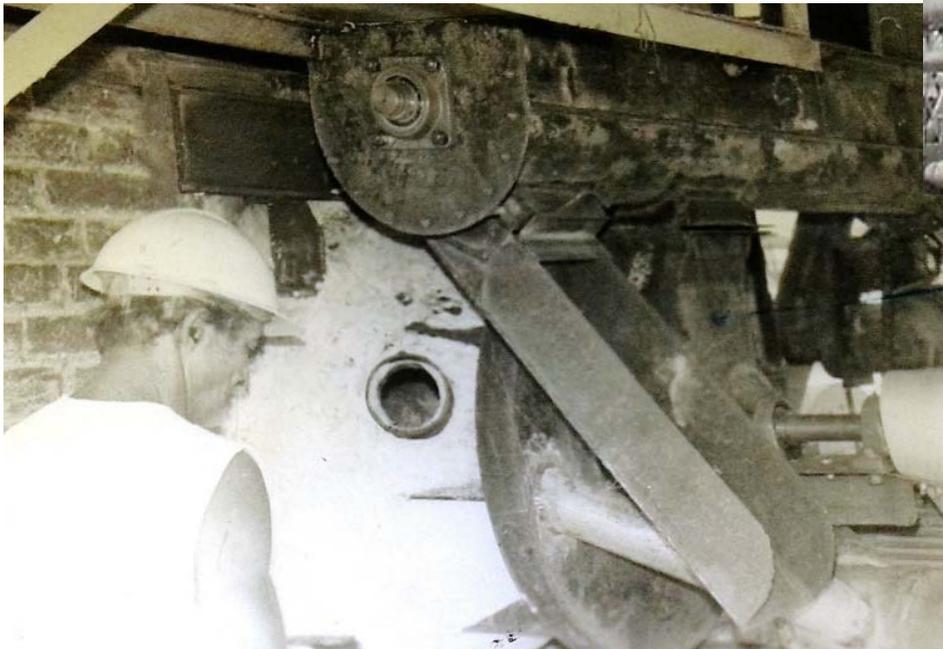
Estudios recientes realizadas en la Universidad Tecnológica de Queensland

- Pruebas recientes (A. P. Mann, O'Hara Australia 2012) demostraron que el meollo cuando se quema solo, en las calderas típicas de la industria azucarera, conduce a la combustión inestable con la posibilidad de explosiones. Los mejores resultados se obtienen cuando se quema en mezcla con el bagazo en proporciones de **88,7% de bagazo con 11,3% de meollo**, para lo cual los modelos indican cierta reducción de la eficiencia de la caldera y un incremento del consumo de combustible.

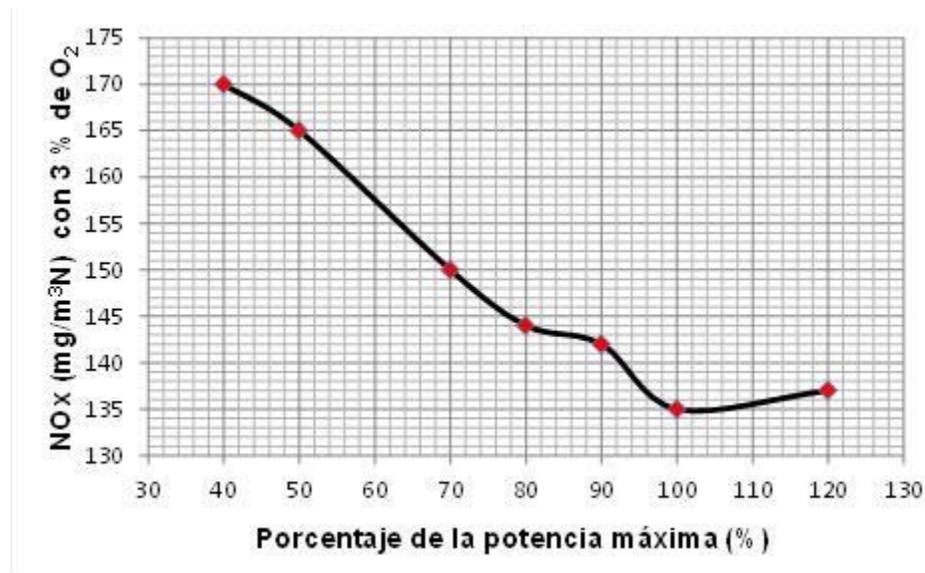
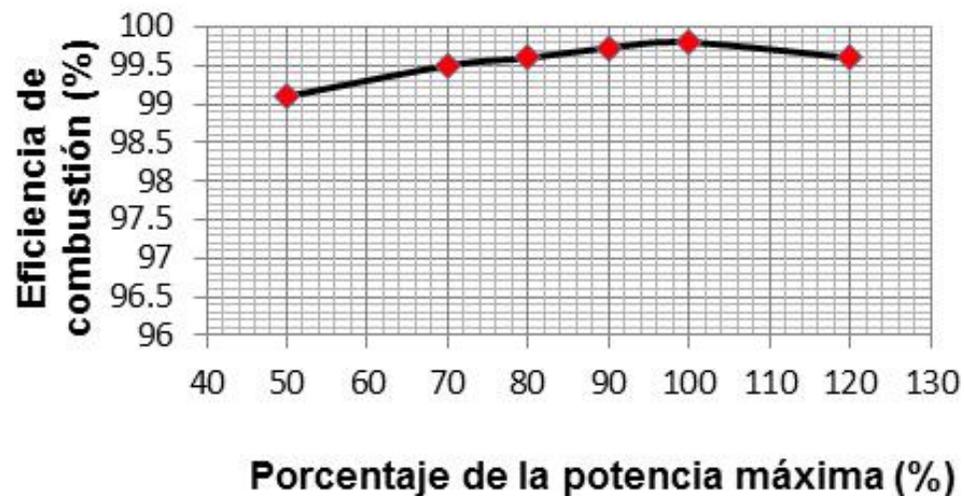
**Definición de la
frontera de la llama.**



**Primeros
resultados
utilizado
para
quemar
meollo con
humedades
entre 4 y
10%.**



Rendimiento y emisiones de la combustión del meollo seco.

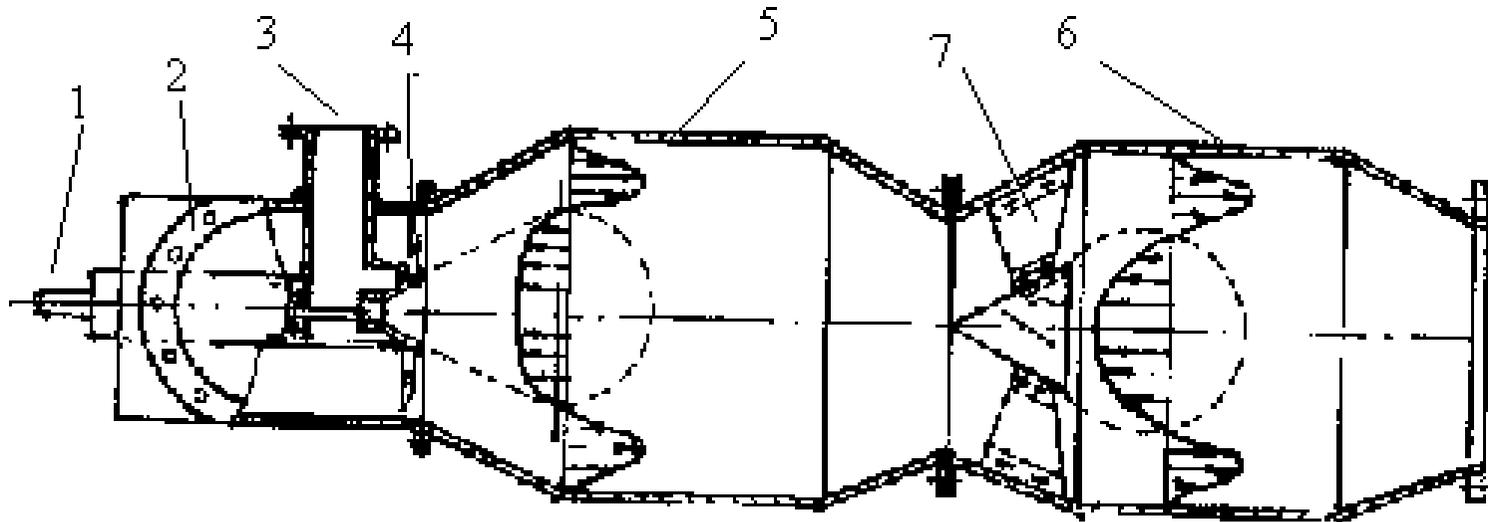


**El meollo del
desmedulado sale con
53% de humedad.**

**¿Como secar
la pequeña
partícula de
meollo?**

**Para resolver el problema fue
necesario el desarrollo de un
secador de pequeñas partículas.**

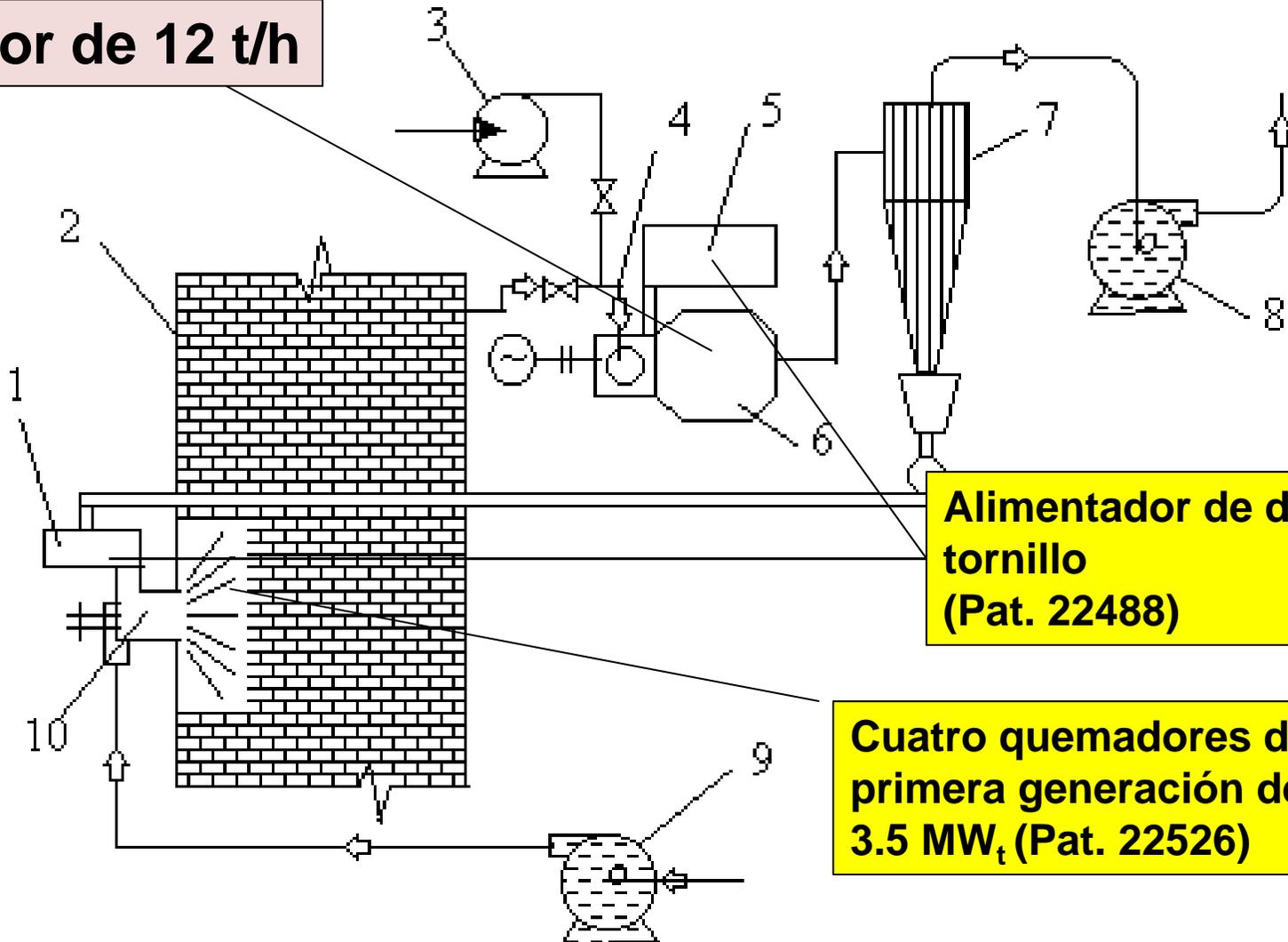
Desarrollo de un secador para meollo basado en el mismo principio (Pat. 22485)



12 t/h de meollo que entra con 53 % de humedad y sale con humedades entre 15 y 20 %.

Tecnología completa instalada en caldera combustión de 45 t/h.

Secador de 12 t/h



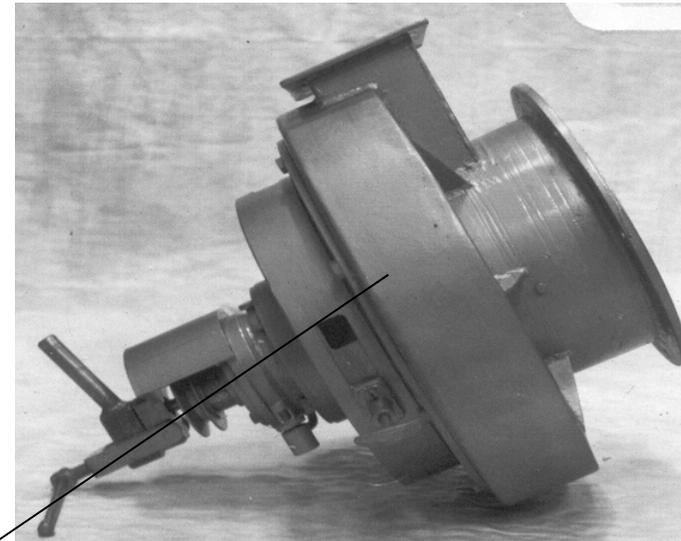
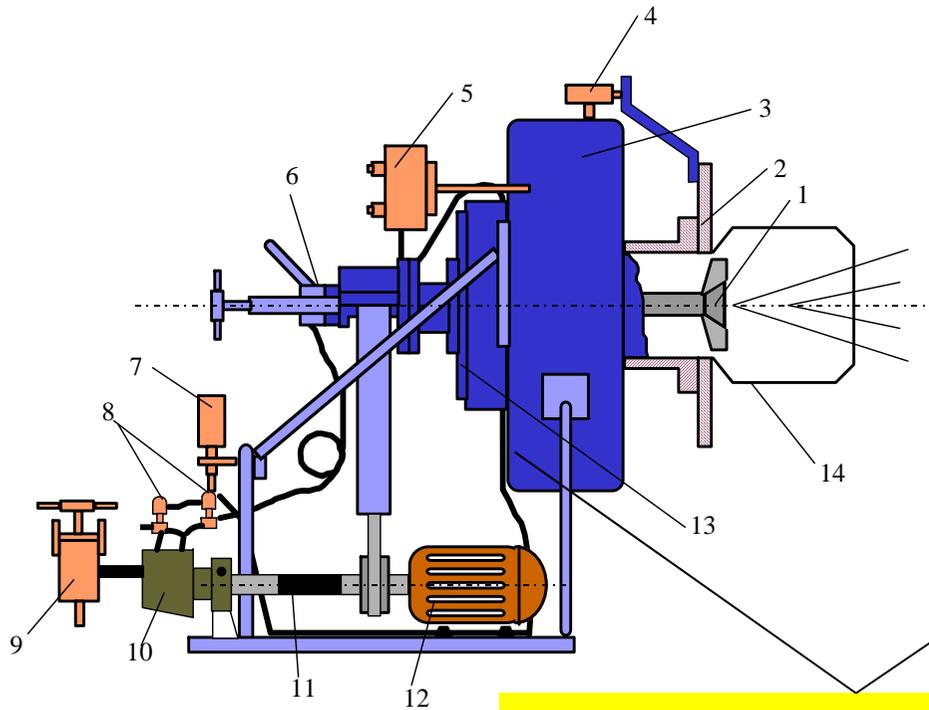
Alimentador de doble tornillo (Pat. 22488)

Cuatro quemadores de primera generación de 3.5 MW_t (Pat. 22526)

Resultados de la combustión del meollo con bagazo.

Se sustituyo con meollo 32 % de la energía base de la caldera y el resto (68 %) con bagazo integral en parrilla con lanzadores. La eficiencia se elevo 7 %, con una significativa reducción del consumo de BI, que quedó disponible para la producción del derivado.

Otras aplicaciones a partir del nuevo método aerodinámico.

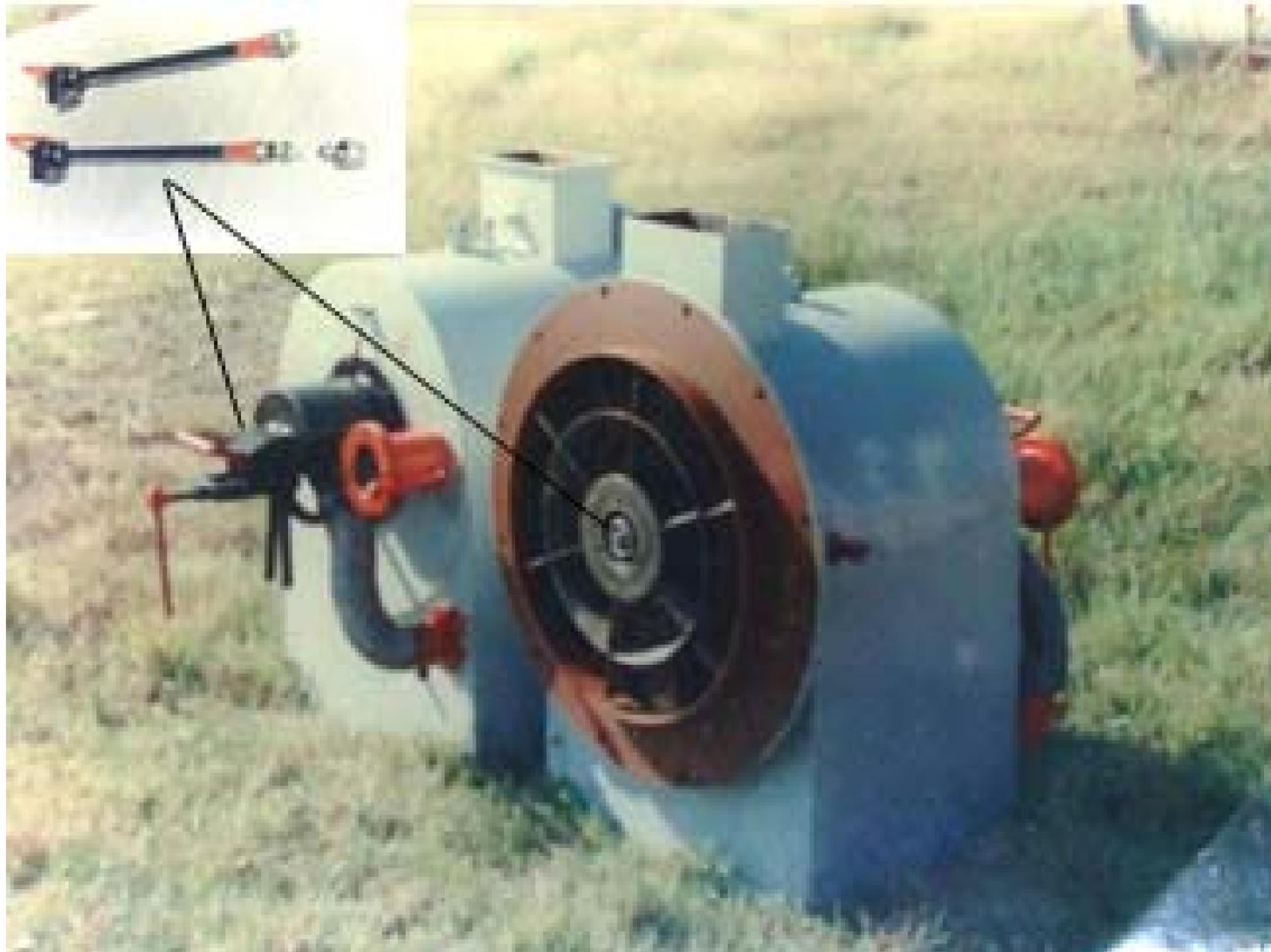


Ventiladores acoplados al eje

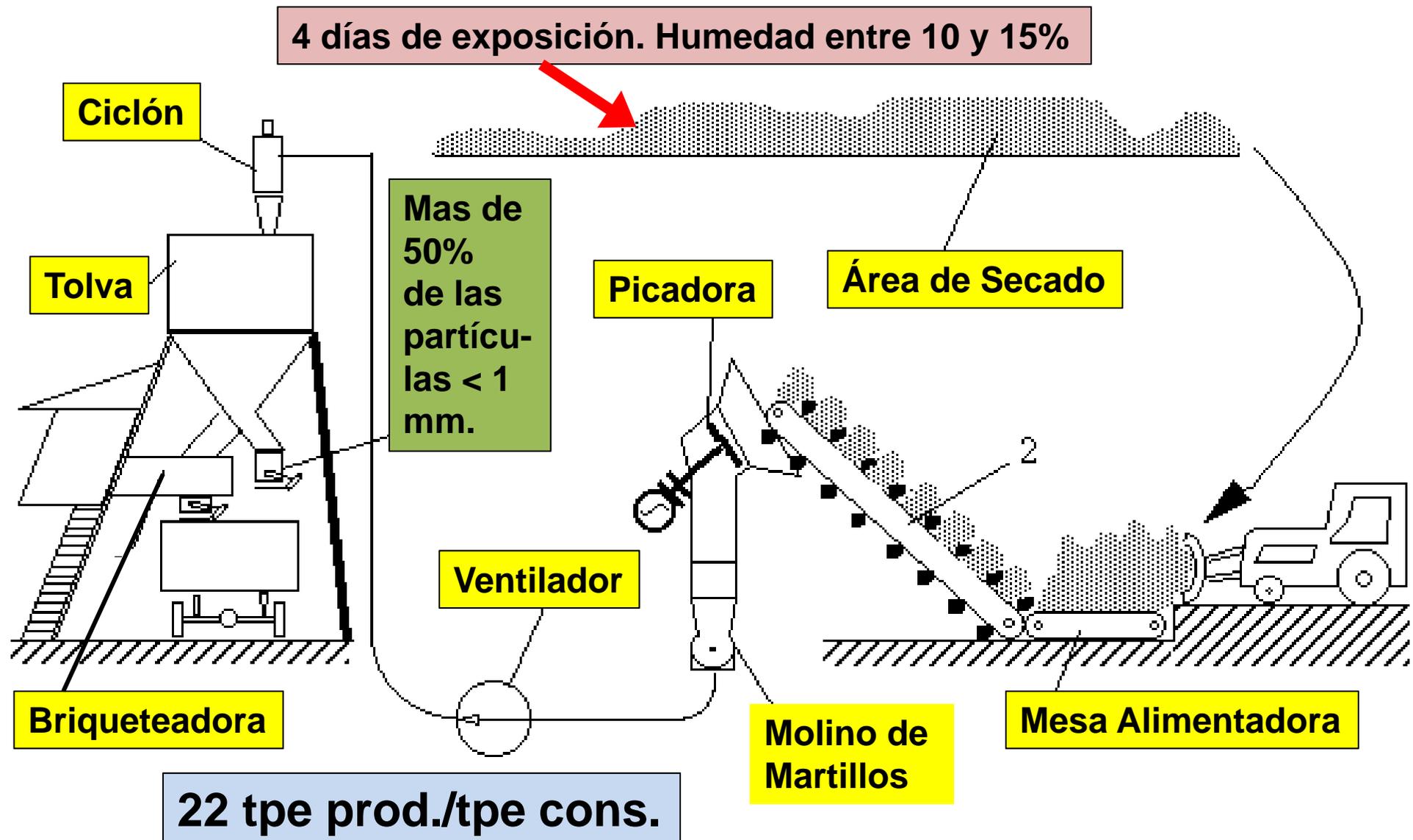
Esquema del prototipo de quemador industrial de 1,2 MW.

Esquema del prototipo de quemador industrial de 1 MW.

Quemador combinado de 17 MW_t para combustible residual y biomasa



Instalación para la preparación de los RAC. Capacidad 4 t/h, 40 KW-h/t (Fuente. [A. D. Rguez et al. 2000])



Evaluaciones con otras biomosas pulverizada.



Combustor experimental de 3 MW_t, para evaluaciones con paja de caña residuos agrícolas y otras biomosas pulverizadas.

**Muchas
Gracias.**