

# 1.COMBUSTION

AHORRO Y USO RACIONAL DE LA  
ENERGIA DE COMBUSTION.

# INTRODUCCION

- La Combustión es uno de los procesos unitarios mas estudiados en donde se realiza la oxidación del carbono, el hidrógeno y el azufre de una sustancia a través de la reacción directa con el oxígeno y con un notable desprendimiento de calor .

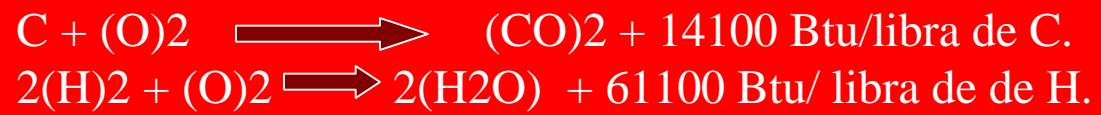
$C_xH_yS_z + (O)_2$  :Oxido de carbono( $CO_2$ ),( $CO$ ),  
( $H_2O$ ),Oxidos de azufre, Sustancias intermedias,  
**CALOR DE COMBUSTION.**

## • TIPOS DE COMBUSTIBLES.

- **SOLIDOS**: Madera, Turba, Lignito, Carbón.
- **LIQUIDOS**: ACPM. Querosene, Gasolina, Fuel oil, Crudo de Castilla, Crudo de rubiales.
- **GASEOSOS**: GLP, Gas Natural, Butano, Gas de coke.

# COMPOSICION TIPICA DE LOS COMBUSTIBLES.

- Cuando el carbono y el hidrógeno se queman totalmente con el oxígeno, su reacción es:



- Poder Calorífico: Calor desprendido al quemar una unidad de masa.
- Poder Calorífico Superior: Calor sin tener en cuenta la humedad.
- Poder Calorífico Inferior: Tiene en cuenta el calor de vaporización del agua

# COMBUSTIBLES, CARACTERÍSTICAS.

TABLA 1.0

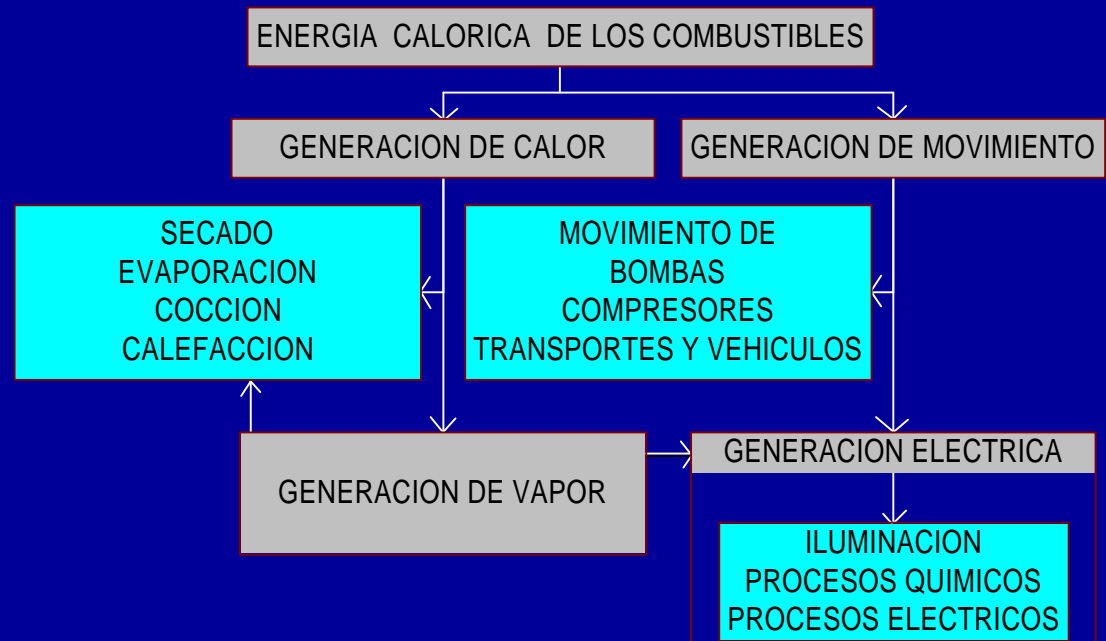
COMBUSTIBLE	%C	%H	%S	HHV Btu/lb	LHV Btu/lb
HIDROGENO	-	100	-	61002	52000
GAS NAT.	75	25	---	23850	21490
GLP	82	18	---	21240	19620
FUEL OIL	86	11.5	1.0	18640	17981
C.CASTILLA	80	5.5	2.6	18500	17585
CARBON	60	12.0	0.4	11000	10000
AZUFRE	-	-	100	39.83	39.83

# LA EFICIENCIA DE LA COMBUSTION.

- Hay que definir cuales el objetivo de la Combustión que se desea hacer mas eficiente, para poder proponer soluciones de conservacion energética.
- Generalmente la combustión se usa en los procesos energéticos que se presentan en las figuras 1 y 2.
- Las dos mayores aplicaciones de la combustión son la Generación de Calor y la Ejecución de Movimiento, En la primera se obtienen eficiencias del orden del 95 al 100% y en la segunda tipicamente tienen eficiencias menores del 40%.

# USOS DEL PROCESO DE COMBUSTION.

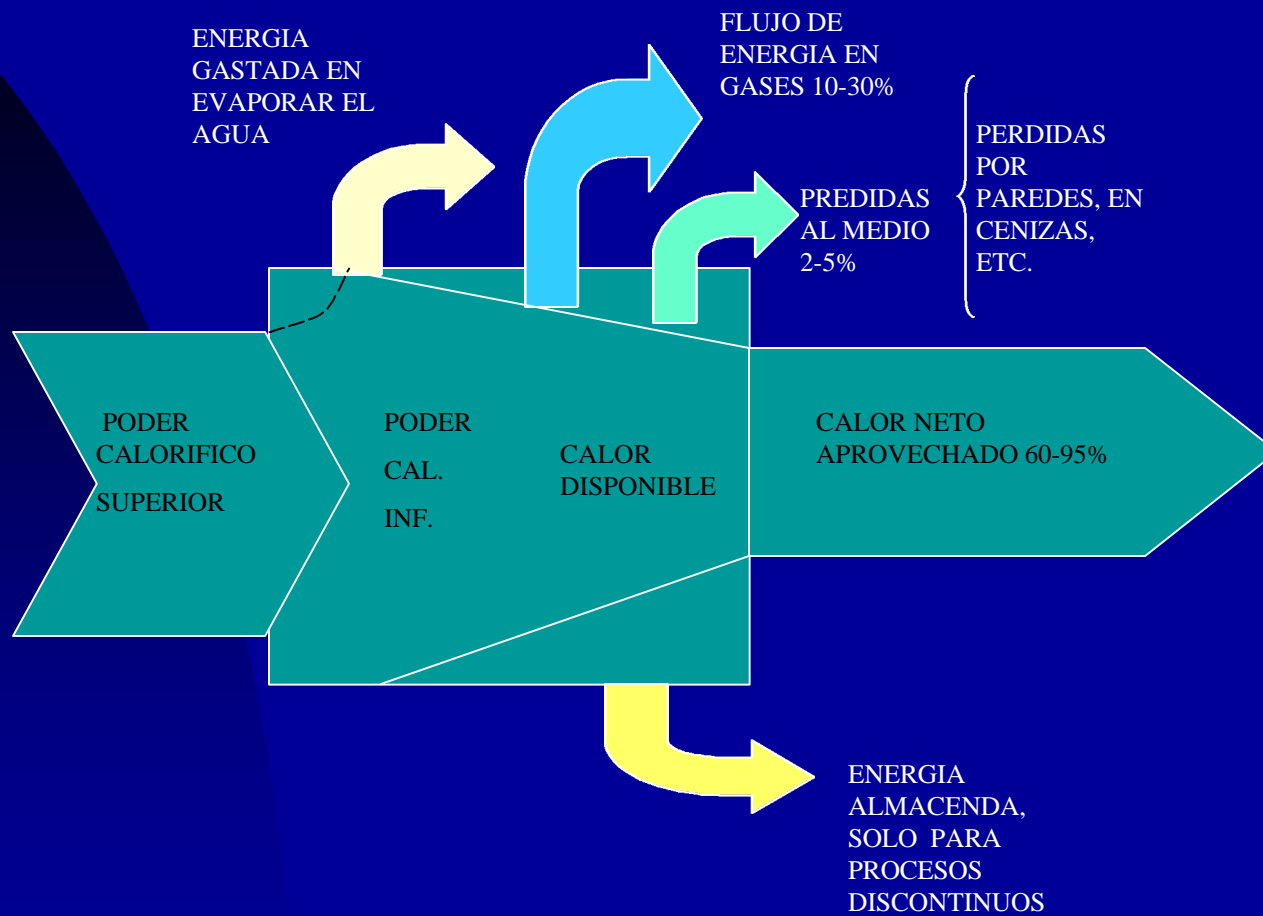
FIGURA 1.



 Usuarios Finales.

# DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE LA ENERGIA.

FIGURA 2.0



# •PARAMETROS GENERALES DE AHORRO DE ENERGIA EN COMBUSTION.

- La conservación de energía en la combustión se puede abordar por dos caminos a seguir, como son : Los parámetros de operación y las características de diseño del equipo.

**Parámetros de Operación**: Existe un equipo con sus condiciones fijas. Si se quiere optimizar la combustión de este, los factores operacionales a trabajar son:

- Primera Línea: Exceso de aire, Tipo de Combustible, Tipo y condiciones de atomización, Tipo de chimenea.
- Segunda Línea: Limpieza del intercambiador(deshollinado), tratamiento del agua, Recolección de condensados, Cambio de Quemador.

# •PARAMETROS GENERALES DE AHORRO DE ENERGIA EN COMBUSTION(Continuacion)

- Tercera Línea: Cambio de combustible, Cambio de refractarios(Aislantes).
- Ultima Línea: Cambio del área de transferencia de calor. (Prácticamente cambio del equipo.)

## Parámetros de Diseño:

Condiciones del ventilador:Presión,Caudal.

Condiciones de atomización: Cambio de boquillas,Cambio de bomba, Instalación de precalentador.

Condiciones de tiro de chimenea: Aumento del diámetro de chimenea, Aumento de la altura de chimenea, Disminución de perdidas.

# PARAMETROS GENERALES DE AHORRO DE ENERGIA EN COMBUSTION.(Continuación).

- En lo descrito como la operación y el diseño se encuentran todas las opciones para mejorar la combustión, es un análisis de costo/beneficio lo que da la decisión.
- **MEDIDAS PARTICULARES A TOMAR.**
- Disminuir las perdidas de calor en los gases de escape.
- Mantener el exceso de aire en los valores recomendados

## MEDIDAS PARTICULARES DE AHORRO DE ENERGIA EN COMBUSTION.(Continuación).

TABLA 2 EXCESOS DE AIRE RECOMENDADOS.

COMBUSTIBLE	VALOR RECOMENDADO
Gas Natural	10%
GLP	15%
ACPM	20%
FUEL OIL	20-25%
Crudo Castilla	20-25%
Carbon Pulv.	25-30%

## MEDIDAS PARTICULARES DE AHORRO DE ENERGIA EN COMBUSTION.(Continuación).

- De un analisis Orsat determinamos % de  $(O)_2$  de las Figs. 3,4,5,6 determinamos el % de  $(CO)_2$  Vs exceso de aire, y de la Fig 7. Concluimos:
- Al aumentar el exceso de aire, disminuye la eficiencia de combustión, por tanto disminuye el ahorro de combustible.
- Al aumentar el exceso de aire, sumado con una alta temperatura reduce sensiblemente la eficiencia térmica.
- No permitir diferencias de temperaturas entre salida de humos y T de proceso mayores de 100 y 150 °C.

## MEDIDAS PARTICULARES DE AHORRO DE ENERGIA EN COMBUSTION.(Continuación).

- En lo posible hacer calentamiento en contracorriente.
- Limpiar las superficies de calor periódicamente.
- Controle los aumentos progresivos de temperatura de humos y programe deshollar periódicamente.
- Revise el bulbo del termómetro de humos puede estar sucio o descalibrado.
- No permita niveles de (CO) mayores de 400 PPM.
- Para quemar solidos, clasificarlos por tamaño homogéneo.
- Para los líquidos atomizarlos a la presión recomendada (60 -100 psi.) o con ayuda de fluidos(vapor, aire).

## MEDIDAS PARTICULARES DE AHORRO DE ENERGIA EN COMBUSTION.(Continuación).

- Vigilar el tamaño, forma y color de la llama.
- Regular el tiro (Con el damper en la chimenea)
- **EN LOS QUEMADORES**
- Revisar y limpiar boquillas de quemadores y/o parrillas, periódicamente.
- Utilizar la temperatura y presión de atomización según la viscosidad del combustible líquido. (según fabricante).
- Sobrepasar la temperatura de atomización produce mayor consumo energético.
- Revise que la relación aire/ combustible se pueda controlar consistentemente (Modulrol - válvula de compuerta).

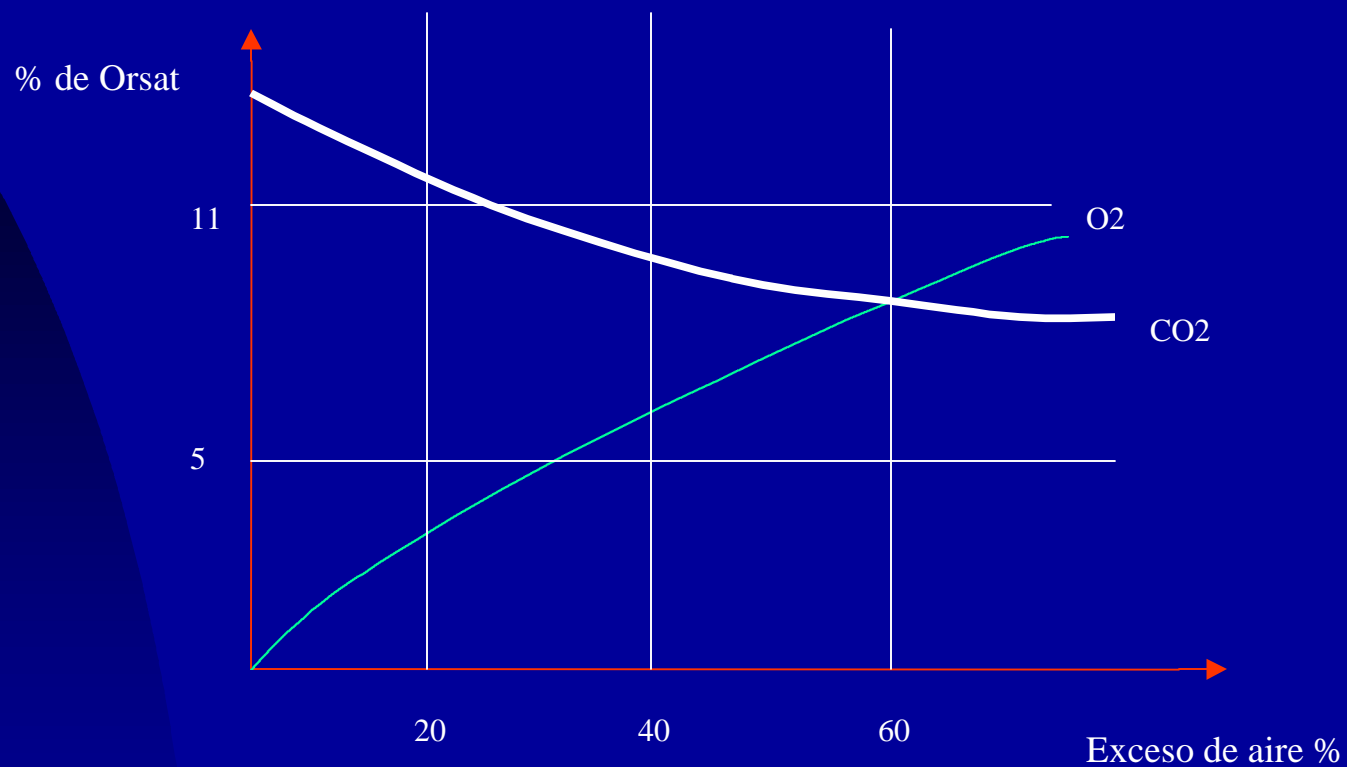
## MEDIDAS PARTICULARES DE AHORRO DE ENERGIA EN COMBUSTION.(Continuación).

- Utilizar el fluido de atomización adecuado en los quemadores Voriflow. Recordar que el vapor aumenta el punto de rocío lo que genera corrosión.
- En los quemadores a gas mantener el rango de presión del combustible en los valores dados por el fabricante. (Baja presión 5- 14 “c.a.)
- Precalentar el aire de combustión, con el calor residual de los humos.
- Generalmente con un aumento de 50°C. Del aire se logra un ahorro del 25% de combustible.
- Oxidos de sodio y otros contaminantes atacan los refractarios.

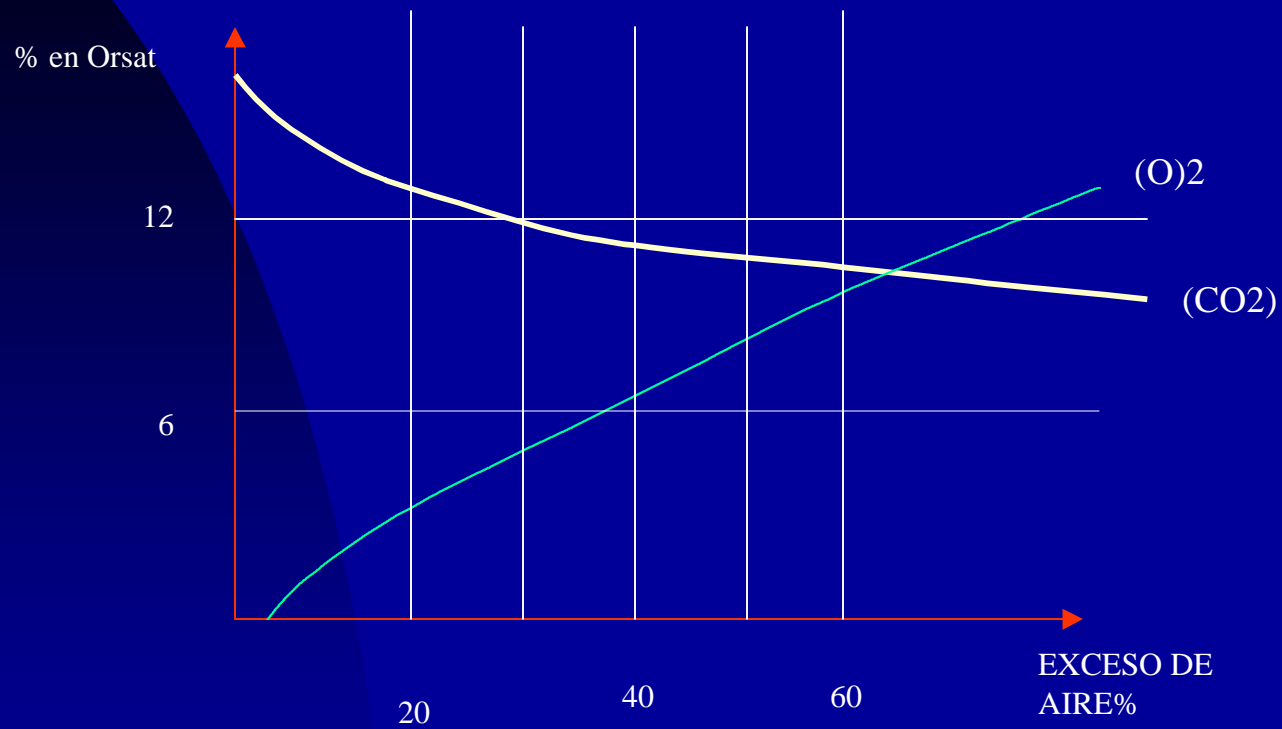
## MEDIDAS PARTICULARES DE AHORRO DE ENERGIA EN COMBUSTION.(Continuación).

- En los quemadores de combustibles líquidos usar precalentador de combustible, esto mejora la presión de atomización logrando ahorros en combustible del 2-3%.
- Drenar periódicamente el agua sedimentada en los tanques de combustible.
- Lleve registros generales de la combustión, como presión, temperatura, del aire y combustible. No solo la chimenea nos mide la eficiencia de esta.

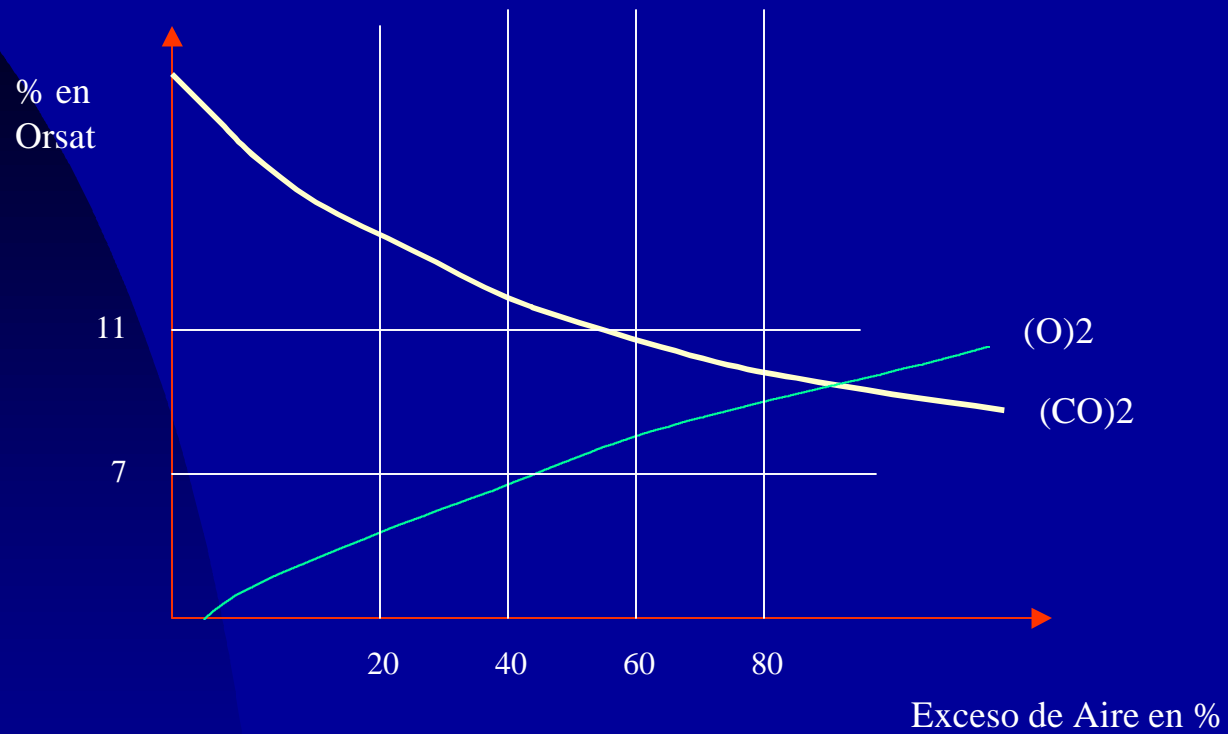
# FIGURA 3 Análisis de Combustión - Crudo de Castilla.



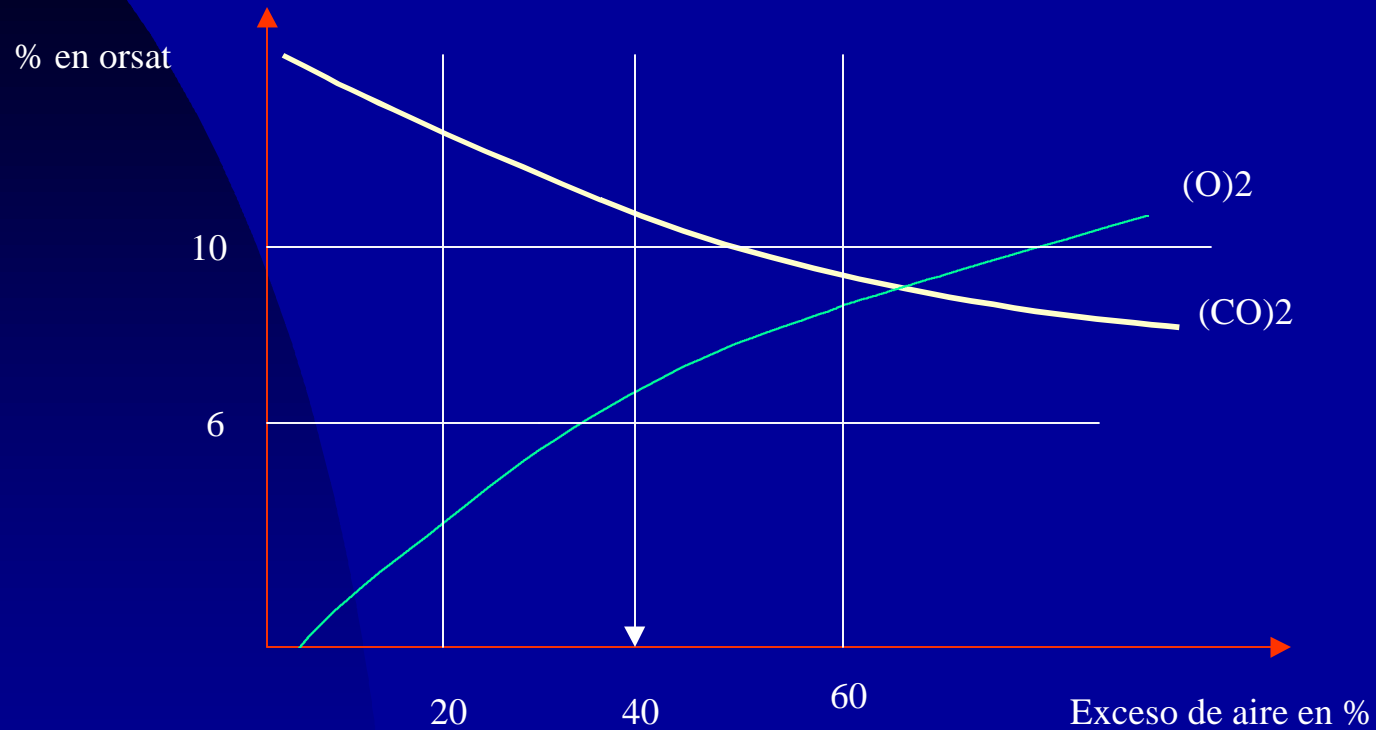
# FIGURA 4 Análisis de Combustión - Fuel Oil.



# FIGURA 5 Analisis de Combustion .Carbon.



# FIGURA 6 Analisis de Combustion - Kerosene y ACPM.



# FIGURA 7 Ahorro de Combustible por disminucion de exceso de aire y de Temperatura.

Aumento del consumo de combustible (%)  
ACPM.

