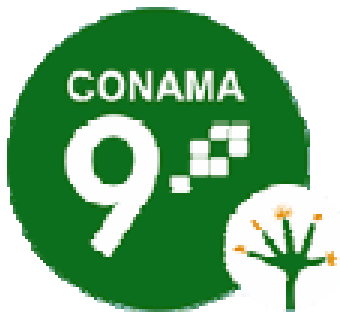




# GT-ER. Retos y objetivos de las energías renovables.

## EJEMPLOS PRÁCTICOS DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN EL UMBRAL DE SU COMERCIALIZACIÓN

Yves Bannel  
Director Europa  
Solena Group



# EJEMPLOS PRÁCTICOS DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN EL UMBRAL DE SU COMERCIALIZACIÓN

**YVES BANNEL. VICEPRESIDENTE Y DIRECTOR  
PARA EUROPA DE SOLENA GROUP Inc**



## EJEMPLOS PRÁCTICOS DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES EN EL UMBRAL DE SU COMERCIALIZACIÓN

### 1. Nuevos vectores para el transporte

#### 1.1 Coches Eléctricos

#### 1.2 Pilas de Hidrógeno

### 2. Gasificación por plasma y carburantes de 2ª generación



*“Promover la producción de energía limpia y renovable para reducir la utilización de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero”*

Un objetivo responsable es:





## COCHES ELÉCTRICOS

### OBTENCIÓN DE ENERGÍA POR MOTORES ELÉCTRICOS Y NO POR COMBUSTIBLES FÓSILES

#### VENTAJAS

1. ALTA EFICIENCIA EN DIFERENTES RÉGIMENS DE FUNCIONAMIENTO
2. BAJO COSTE (€/KM) EN RELACIÓN A LOS COMBUSTIBLES FÓSILES
3. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO2
4. MENOS RUIDOS QUE MOTORES TÉRMICOS
5. RECUPERACIÓN DE ENERGÍA EN MOVIMIENTO
6. CONSUMO INFERIOR

#### DESVENTAJAS

1. MAYOR PESO QUE VEHÍCULO CONVENCIONAL (MOTOR ELECTRICO+BATERIAS)
2. MAYOR NECESIDAD ENERGÉTICA
3. MAYOR COMPLEJIDAD
4. MAYOR PRECIO

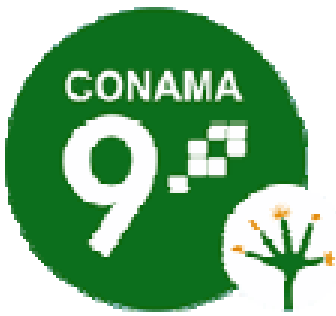
DESARROLLO DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS



BATERÍAS RECARGADAS POR CINÉTICA DEL MOVIMIENTO

MOTORES CONVENCIONALES COMO COMPLEMENTO DE PROPULSIÓN





## HIDROGENO Y PILAS DE HIDRÓGENO

### IMPULSO DE INTRODUCCIÓN EN EL MERCADO PARA LA SUSTITUCIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES

#### VENTAJAS

#### DESVENTAJAS

(INDEPENDIEMENTE DE SU UTILIZACIÓN DIRECTA EN MOTORES O EN PILAS DE COMBUSTIBLE)

1. ES LIMPIO: NO PRODUCE GASES DE EFECTO INVERNADERO
2. ADECUADO PARA MOTORES DE COMBUSTIÓN
3. TECNOLOGÍAS CON EFICIENCIAS CERCANAS AL 50%
4. ES SEGURO: ALTO LÍMITE INFERIOR DE INFLAMABILIDAD, ETC
5. INAGOTABLE
6. VERSATILIDAD EN SUS APLICACIONES

1. COSTE ECONÓMICO
2. AUSENCIA DE NORMATIVA ESPECÍFICA
3. A IGUALDAD DE PESO, PRECIO Y VOLÚMEN LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y LAS POTENCIAS MOTORAS SON INFERIORES A LOS COMBUSTIBLES TRADICIONALES
4. REDES DE DISTRIBUCIÓN NO ESTABLECIDAS PARA EL USO DEL CONSUMIDOR EN GENERAL.

#### RETOS TECNOLÓGICOS

COSTES: CERCANOS A 30\$/KW

DURABILIDAD Y FIABILIDAD DEL ORDEN DE LOS SISTEMAS ACTUALES

ADAPTACIÓN DE TAMAÑO Y PESO



# GASIFICACIÓN POR PLASMA ALTAS TEMPERATURAS

FUENTES POSIBLES DE ENERGÍA

TODOS LOS C-H-O

BIOMASA

RESID. AGRICOLA

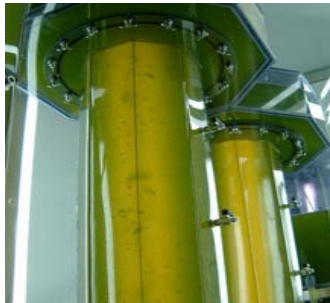
RSU

PROD. AGRICOLA



RSI

ALGAS



SOLUCIÓN

GASIFICACIÓN

OBJETIVO  
COMPARTIDO:  
SOSTENIBILIDAD

ENERGÍAS  
RENOVABLES

ELECTRICIDAD

BIO COMBUSTIBLES

BIO PETROLEO

METANOL

ETANOL

H<sub>2</sub>

# GASIFICACIÓN POR PLASMA ALTAS TEMPERATURAS

## GASIFICACIÓN POR PLASMA



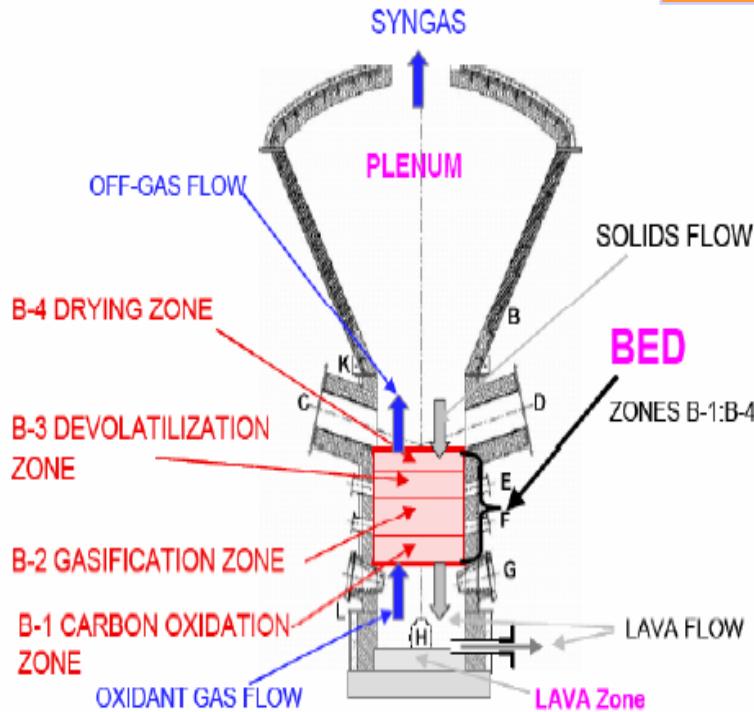
$C_{30} H_{48} O_{19} N_{0.5} S_{0.05}$



$C_{44} H_{37} N_{0.86}$



$C_x H_y \quad x > 17; \quad y = 2x$



SLAG INERTE

USOS COMERCIALES



GAS DE SÍNTESIS

$H_2 + CO + CO_2 + N_2 + H_2O + HCl + H_2S$

$\geq 80 - 90 \%$



ROMPER TODOS LOS ENLACES

$T \geq 2000 \text{ } ^\circ\text{C}$

ATMOSFERA REDUCTORA

CONDICIONES SUB-STOICHIOMETRICAS

~~CO<sub>2</sub>~~

OXIDACIÓN PARCIAL

REFORMACIÓN

VELOCIDAD SUPERFICIAL

~~N<sub>2</sub>~~





## PROCESO IPGCC

- El Proceso IPGCC es un proceso de gasificación de alta temperatura (4000-5000°C).
- **Disociación Molecular:**
  - Los enlaces de las moléculas de los compuestos orgánicos en la materia prima (residuos) se rompen liberando los elementos (H, C, O, etc) que después forman moléculas estables como CO, H<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O (SynGas).
- **Condiciones Subestequiométricas:**
  - No hay Combustión
  - Se evita la formación de VOCs, SVOCs, dioxinas, furanos y sus precursores (no hay O<sub>2</sub> libre)
- El proceso IPGCC es 100% seguro medioambientalmente. Sus productos son:
  - Combustible rico en H<sub>2</sub>
  - Slag inerte, vítreo
  - No se producen humos tóxicos ni cenizas peligrosas.

# GASIFICACIÓN vs INCINERACIÓN

## COMPOSICIÓN GAS ESCAPE INCINERACIÓN

N <sub>2</sub>	67-70%	NO <sub>x</sub>	Partículas
CO <sub>2</sub>	8-11%	SO <sub>x</sub>	VOC
O <sub>2</sub>	6-7%	HCl	
H <sub>2</sub> O	12-15%	SVOC	

Volumen de gas  
Incineración vs. Gasificación  
7:1

## COMPOSICIÓN MEDIA DE GAS DE SINTESIS

H <sub>2</sub>	40-45 %	HCl	<0.7 %
CO	40-45 %	H <sub>2</sub> S	<0.3 %
CO <sub>2</sub>	2-5 %	H <sub>2</sub> O	2-5%
N <sub>2</sub>	2-5%		

~~NO<sub>x</sub>~~ ~~SO<sub>x</sub>~~ ~~SVOC~~ ~~Dioxinas~~ ~~Furanos~~

VAPOR

Eficiencia<sup>(1)</sup> 55 - 60%

LIMPIEZA HUMOS

GAS DE ESCAPE

CENIZAS VOLANTES Y DE FONDO MUY TOXICAS

LIMPIEZA GAS

ELECTRICIDAD

FT

METANOL

H<sub>2</sub>

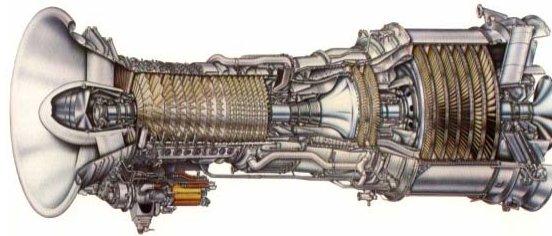
Eficiencia<sup>(1)</sup> ~ 75%

NAPHTA

BIODIESEL

~~Cenizas~~

# SynGas COMO MATERIA PRIMA



ELECTRICIDAD



GAS DE SÍNTESIS

H<sub>2</sub>

COCHES DE HIDROGENO

PILAS DE COMBUSTIBLE

SUSTITUTO DE GAS NATURAL

METANOL



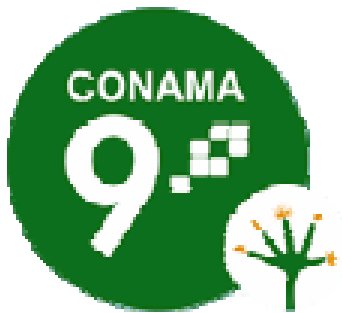
FISCHER TROPSCH PROCESS

BIODIESEL / KEROSENO



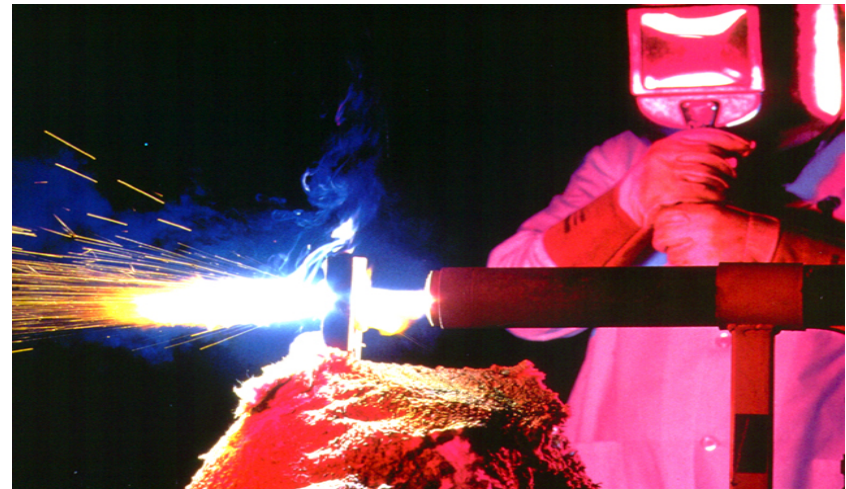
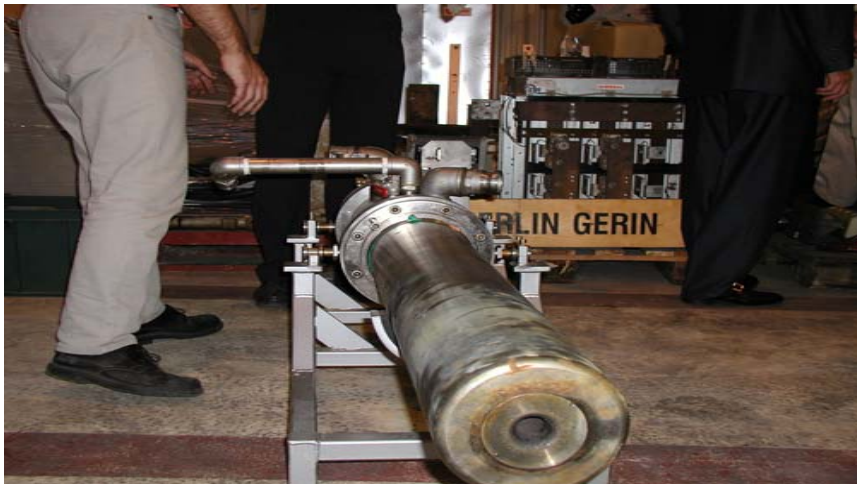
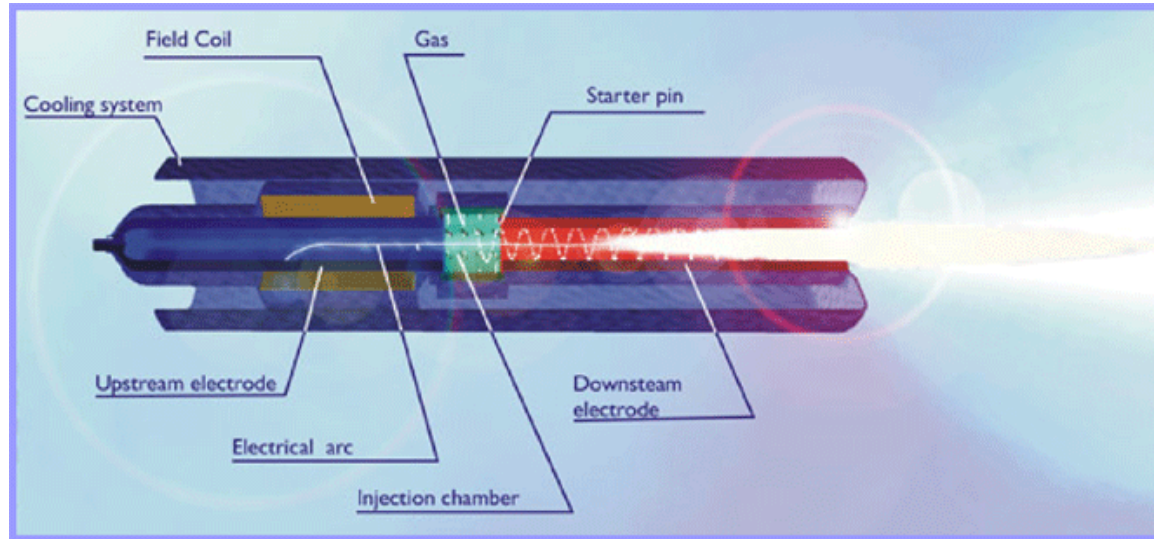
CUESTIONAR Y REDEFINIR LAS 3 R



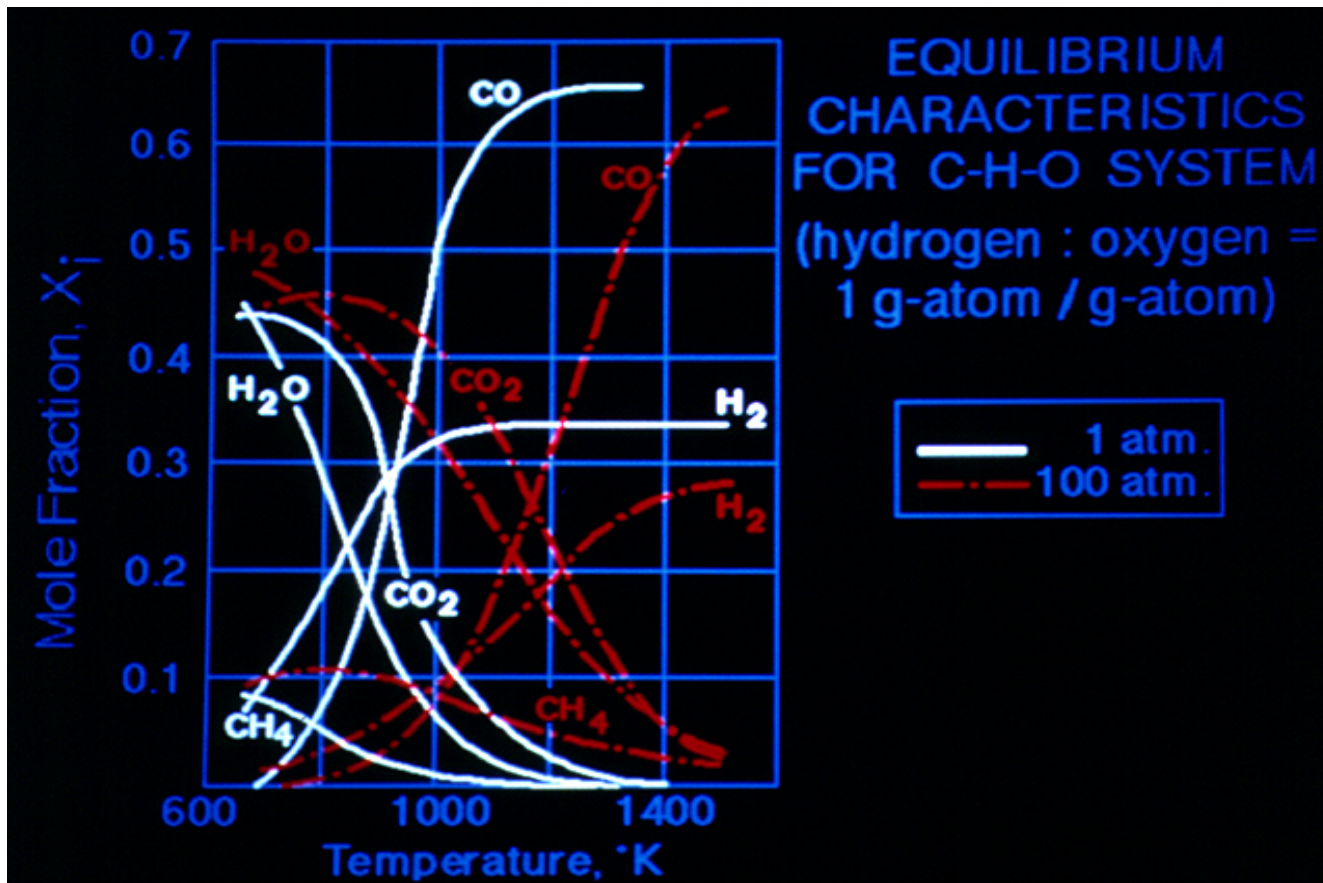


FIN

## ANTORCHAS DE PLASMA



REACCIONES DE REFORMACIÓN



# BALANCE DE MASA Y ENERGIA MS 5001

## SOLENA GROUP

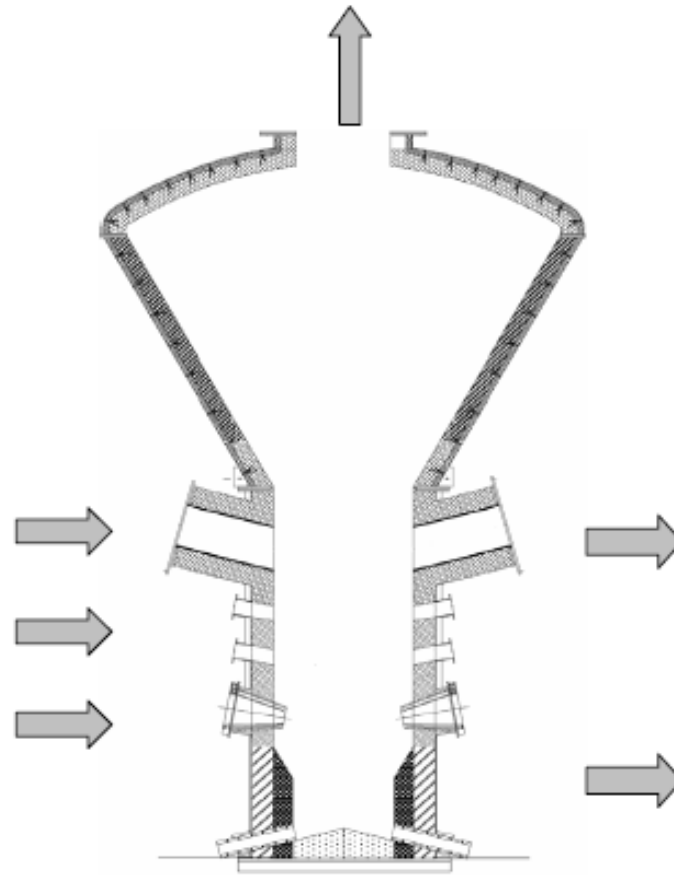
### RDF MS5001 High Temp

Syn Gas Temp °C 1053

Waste Composition (% Wt)	
Inert	13.76
H	5.35
C	43.78
S	0.04
N	0.24
Cl	0.04
O	22.22
H <sub>2</sub> O	14.57
Tot	100.00

Syn Gas Composition (gas only)		
Constituent	Weight %	Volume %
CO	67.03	45.31
CO <sub>2</sub>	14.40	6.19
H <sub>2</sub>	3.75	35.19
N <sub>2</sub>	5.98	4.04
H <sub>2</sub> S	0.03	0.02
H <sub>2</sub> O	8.78	9.23
CH <sub>4</sub>	0.00	0.00
HCl	0.03	0.01
HCN	0.00	0.00
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.00	0.00
TOTAL	100.0	100.0
	kcal/kg	MJ/kg
HHV	2940	12.30
LHV	2693	11.27

	Power Input MW	Mass Input kg/hr
Feedstock	102.9	21000.0
Coke	8.8	1050.0
Flux (CaO)		720.0
Enriched O <sub>2</sub> (93% O <sub>2</sub> )		10440.0
Thermal Plasma Power	3.0	1512.0
<b>Total</b>	<b>114.8</b>	<b>34722.0</b>



Mass Output kg/hr	Power Output MW	
15.5	15.5	SynGas Sensible
97.1	97.1	Syngas Chemical
		Syngas
31021.0	0.5	Process Losses
3701.0	1.7	Slag Slag sensible Temp° C 1188
<b>34722.0</b>	<b>114.8</b>	<b>Total</b>

PROPRIETARY CONFIDENTIAL

JUL. 10 2008



# BALANCE DE MASA Y ENERGIA MS 6001

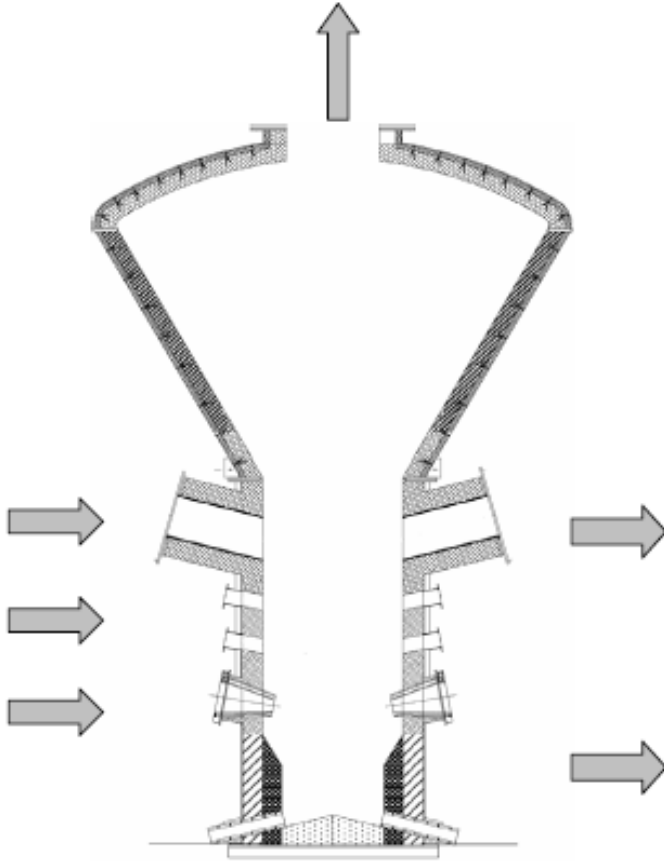
## SOLENA GROUP

### PRIMEX - BIOMASS

Syn Gas Temp °C 1098

Waste Composition (% Wt)	
Inert	3.06
H	5.40
C	43.83
S	0.11
N	0.56
Cl	0.11
O	36.94
H <sub>2</sub> O	10.00
Tot	100.00

Syn Gas Composition (gas only)		
Constituent	Weight %	Volume %
CO	60.13	43.88
CO <sub>2</sub>	19.17	8.91
H <sub>2</sub>	2.93	29.74
N <sub>2</sub>	6.43	4.69
H <sub>2</sub> S	0.07	0.04
H <sub>2</sub> O	11.19	12.70
CH <sub>4</sub>	0.00	0.00
HCl	0.07	0.04
HCN	0.00	0.00
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.01	0.00
TOTAL	100.0	100.0
	kcal/kg	MJ/kg
HHV	2513	10.51
LHV	2294	9.60



	Power Input MW	Mass Input kg/hr
Feedstock	131.8	30000.0
Coke	12.6	1500.0
Flux (CaO)		8.0
Enriched O <sub>2</sub> (93% O <sub>2</sub> )		13660.0
Thermal Plasma Power	4.6	2592.0
<b>Total</b>	<b>149.0</b>	<b>47780.0</b>

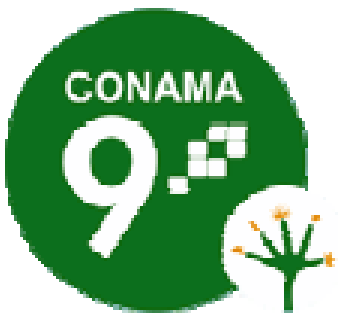
Mass Output kg/hr	Power Output MW	
	23.2	SynGas Sensible
	124.6	Syngas Chemical
46720.0		Syngas
	0.8	Process Losses
	0.6	Slag
1058.0		Slag sensible
		Temp °C 1296
<b>47778.0</b>	<b>149.0</b>	<b>Total</b>

PROPRIETARY CONFIDENTIAL

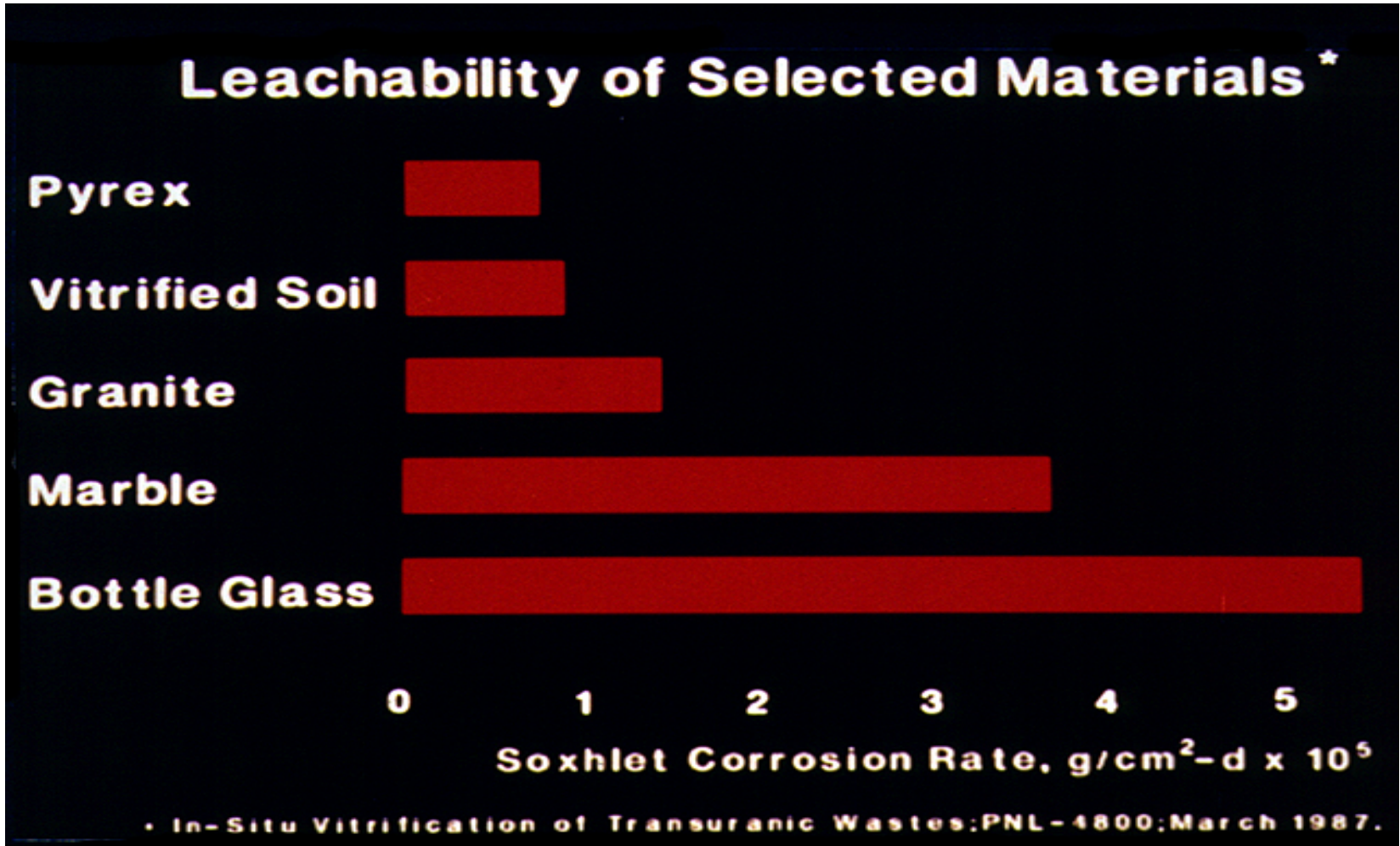
OCT. 22 2008







## CARACTERÍSTICAS DEL SLAG





(1) Anexo II de la propuesta de Directiva de Consejo Europeo del 2 de octubre de 2008 sobre Residuos.

## EFICIENCIA ENERGÉTICA

### • Eficiencia Energética <sup>(1)</sup> de una planta *Waste to Energy*:

$$\eta = \frac{E_p - (E_f + E_i)}{0.97 \times (E_w + E_f)}$$

- $E_p$  = Energía producida en forma de calor o electricidad, calculada con la energía eléctrica multiplicada por 2.6 y la energía térmica producida para uso comercial multiplicada por 1.1
- $E_f$  = Energía aportada al sistema en forma de combustible que contribuye a la producción de vapor
- $E_w$  = Energía contenida en el residuo tratado, calculada utilizando el poder calorífico inferior.
- $E_i$  = Energía importada excluyendo  $E_w$  y  $E_f$
- **0.97** es un factor para tomar en consideración las pérdidas de energía debidas a cenizas de fondo y radiación.





## EFICIENCIA ENERGÉTICA

### Eficiencia Incineración

(Ejemplo de Sogama, Cerceda, España)

- $E_p = 50.37 \text{ MW} \times 2.6 = 130.96 \text{ MW}$
- $E_f = 47.61 \text{ MW}$  (Est. Motores co-generación)
- $E_w = 109.45 \text{ MW}$  (550,000 TPA @ 1500 kcal-kg)
- $E_i = 0 \text{ MW}$

$$\eta = 54.7\%$$

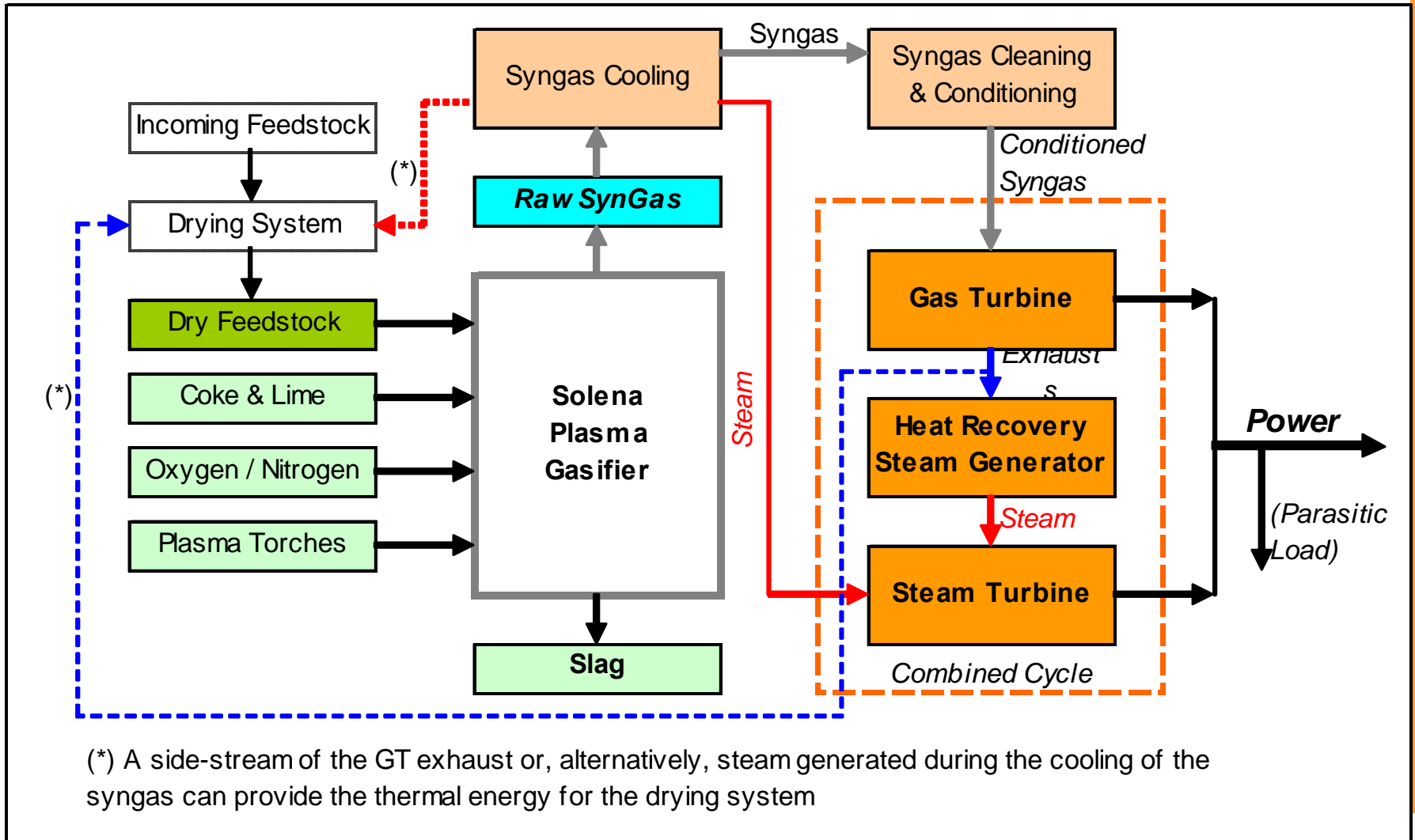
### Eficiencia IPGCC

- $E_p = 31.5 \text{ MW} \times 2.6 = 81.9 \text{ MW}$
- $E_f = 6 \text{ MW}$  (catalyst)
- $E_w = 100 \text{ MW}$
- $E_i = 0 \text{ MW}$

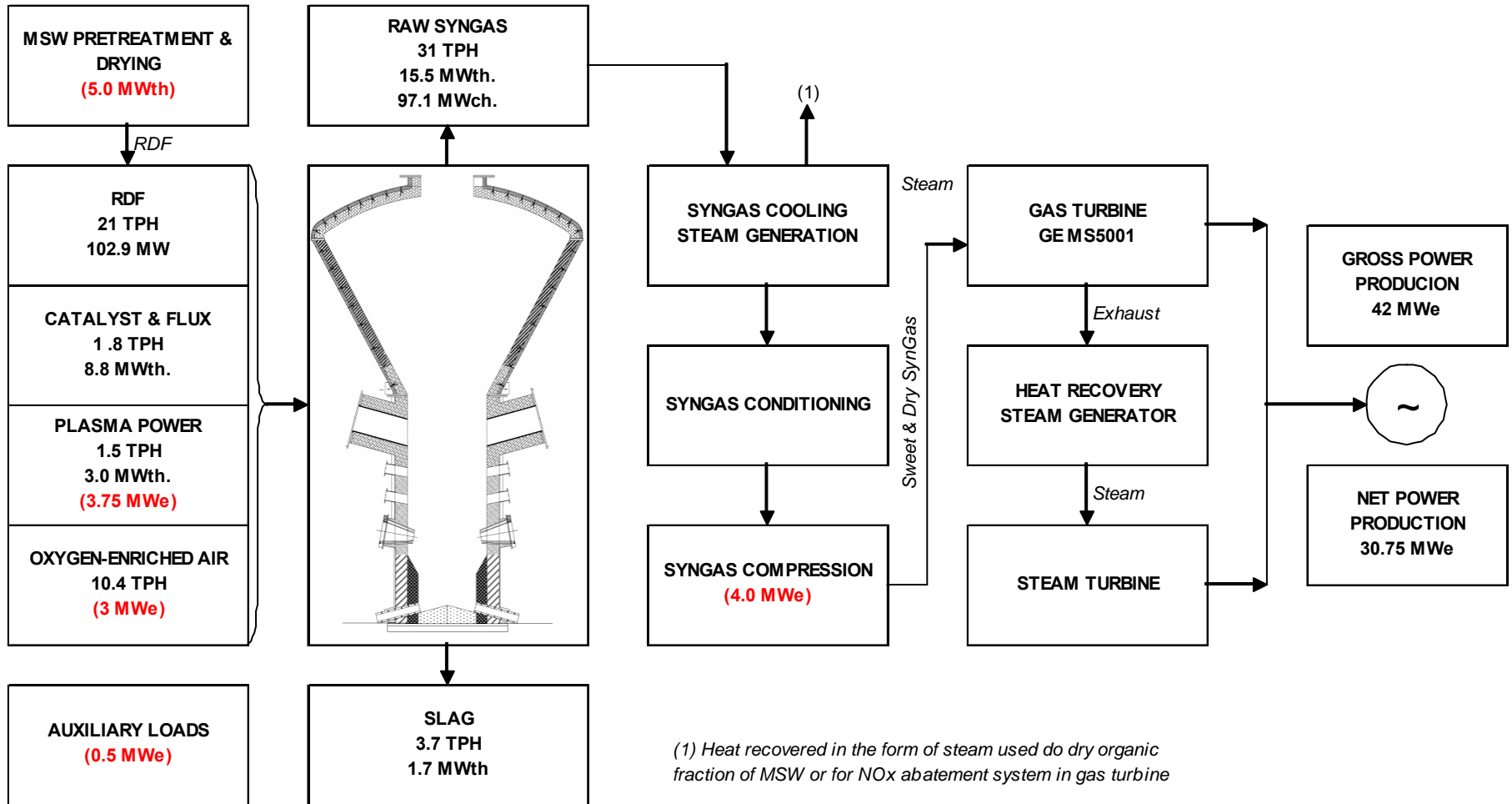
$$\eta = 73.8\%$$



# DIAGRAMA CONCEPTUAL DE UNA IPGCC



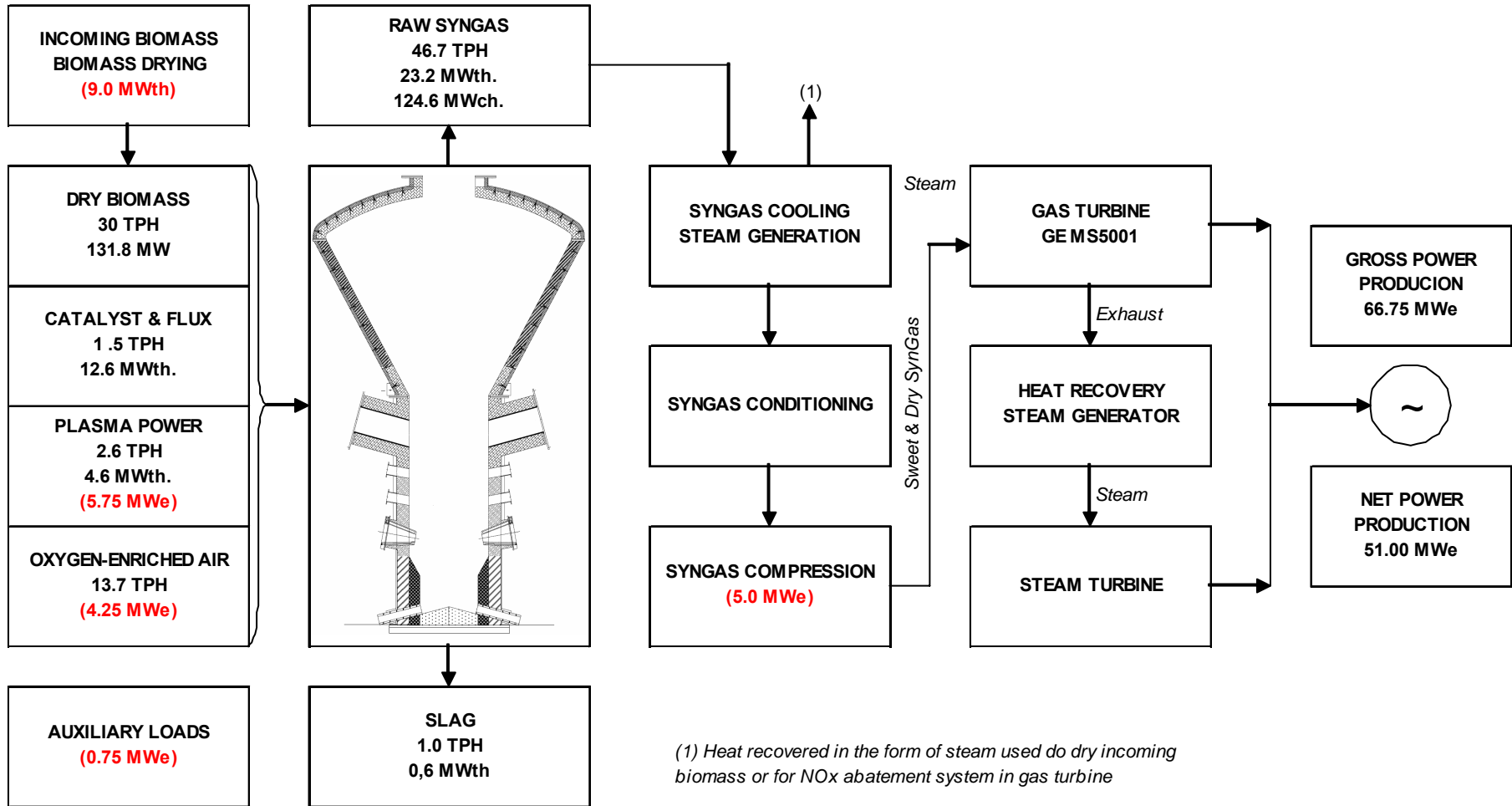
# BALANCE DE MASA Y ENERGIA IPGCC MS 5001



GT-ER. Retos y objetivos de las energías renovables



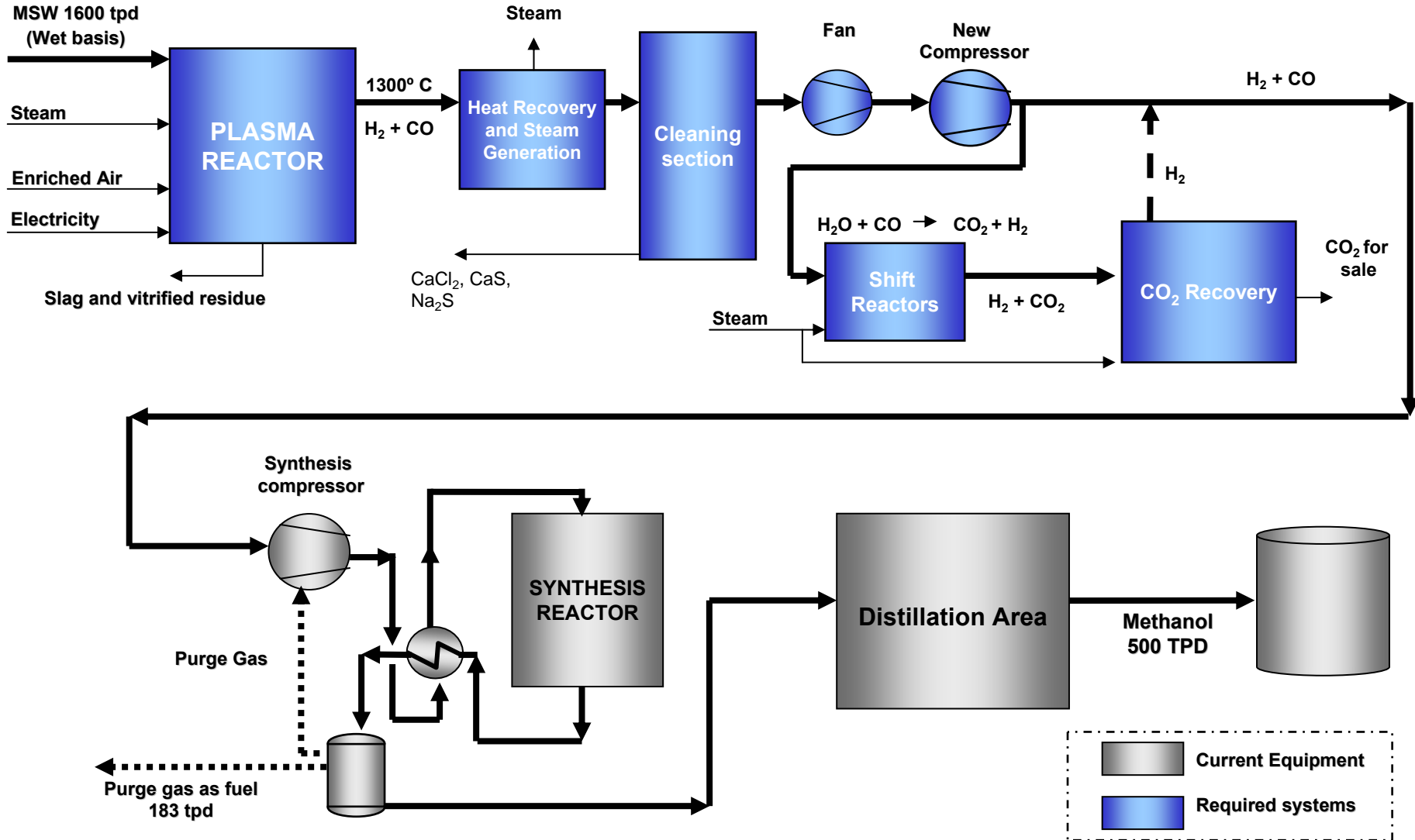
# BALANCE DE MASA Y ENERGIA IPGCC MS 6001



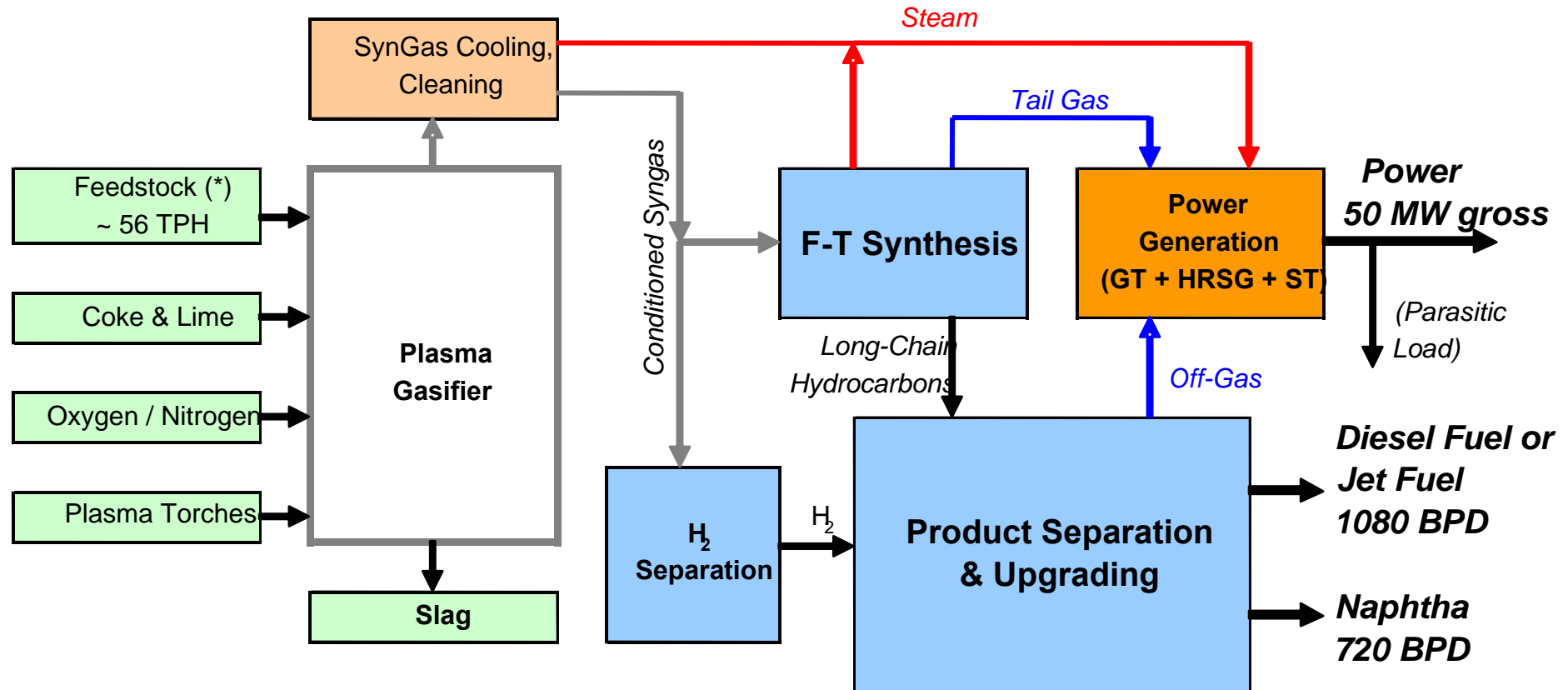
GT-ER. Retos y objetivos de las energías renovables



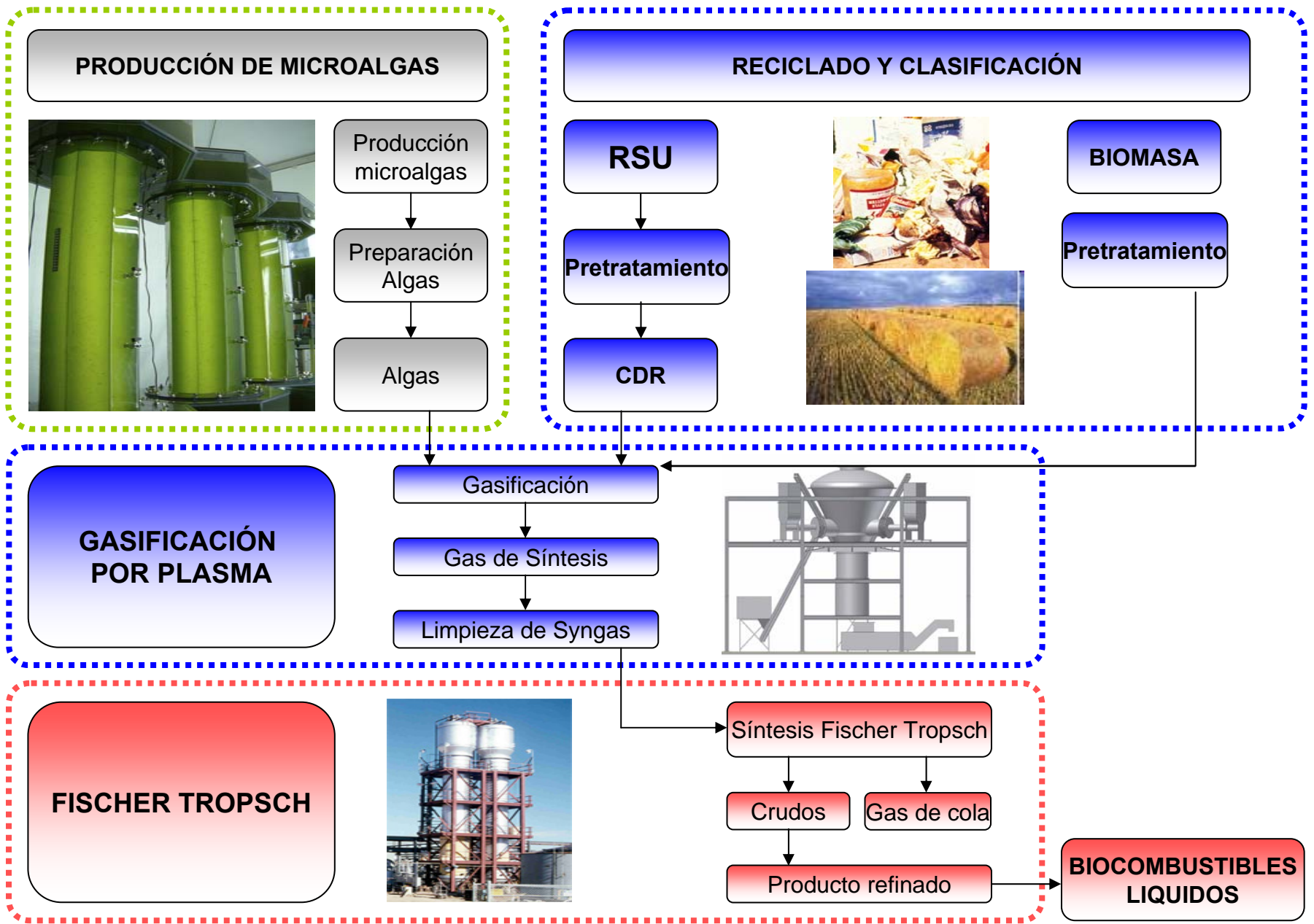
# TECNOLOGÍA DE PLASMA INTEGRADA A LA PRODUCCIÓN DE METANOL



# DIAGRAMA CONCEPTUAL DE UNA IPGFT

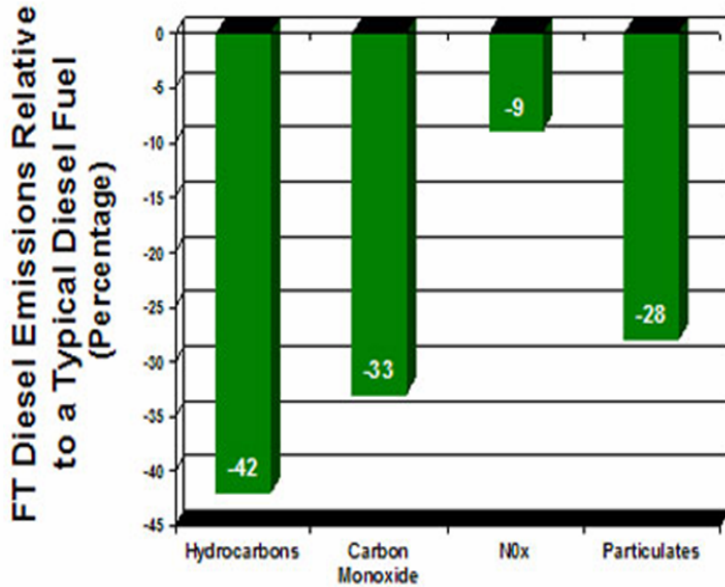






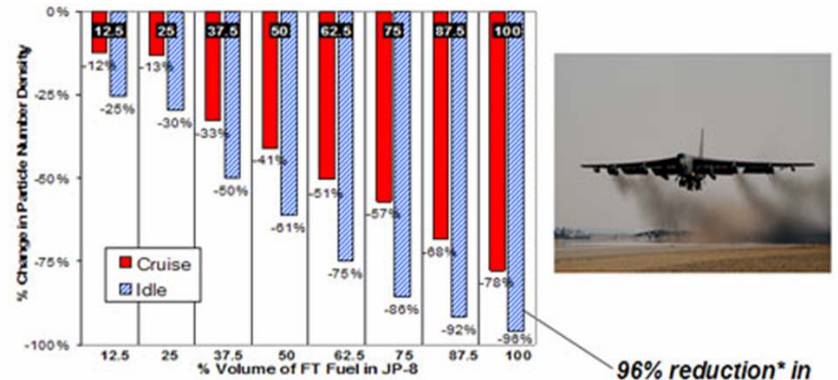
# BIODIESEL

## Reducción de emisiones de un fuel FT para vehículos



Source: An average of several government funded studies by NREL & SwRI

## Reducción de emisiones de Partículas para el Fuel FT JP8



Even moderate fractions of FT fuel blended in JP-8 significantly reduce exhaust emission particulates in T63 turbine engine testing.

96% reduction\* in particulate emissions at idle conditions.

FT Fuels JP-8 Particulate Emissions Reductions

\* Note: Results are highly dependent on engine model/year and composition of baseline fuel.





1. The black ring represents the nation's huge coal reserves as a potential resource for synthetic fuel
2. The green branches represent biomass feedstock and environmental friendliness
3. The white letters represent the cleaner emissions from synthetic fuel
4. The B-52 represents the first aircraft in the certification process (and it's just "plane" cool)
5. The Latin is: "First in the Nation" representing the first aircraft to be certified to use synthetic fuel
6. The gold banner signifies the bright future and sovereign options this effort offers
7. The eight stars represent the primary implementation organizations  
Secretary of The Air Force, Arnold Engineering Development Center, Air Force Research Laboratory,  
Air Force Materiel Command, Air Combat Command, Oklahoma City ALC, Air Force Petroleum Office,  
Air Force Flight Test Center
8. The blue sky represents the Air Force above the clouds, with a clear vision of the future, and on mission



