



**Obtención de biopetroleo
mediante el empleo del CO₂ emitido por
industrias contaminantes mediante el cultivo de
microalgas en reactores cerrados.**

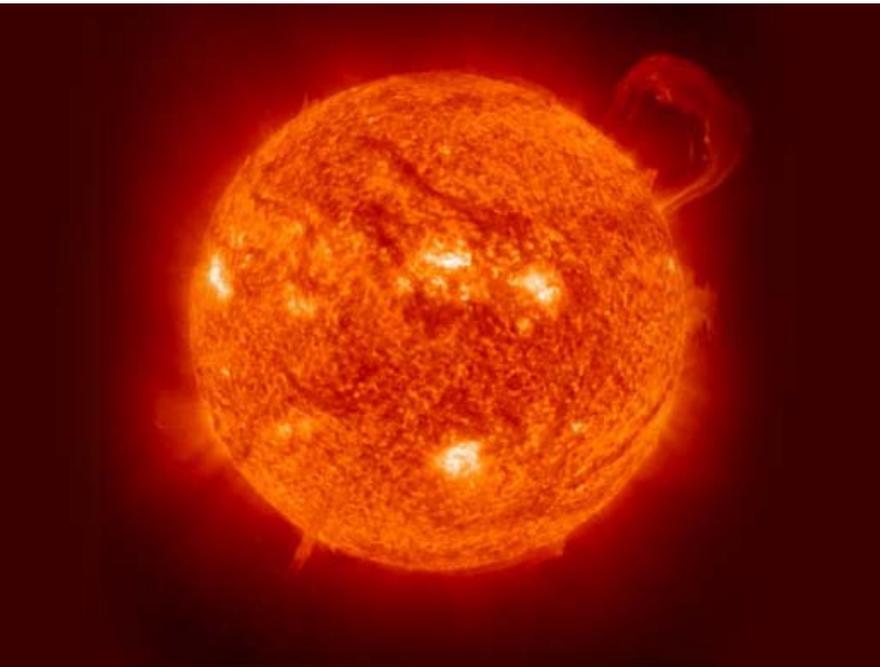
Dr. Cristian Gomis Catalá
Director Científico BFS

La Aplicación Energética de las Microalgas

BFS
bio fuel systems



ENERGIA



Los parámetros fundamentales son:

Eficiencia

Densidad

Transferencia

Conversión

Una enorme cantidad de energía solar irradia la superficie de la tierra, aproximadamente 15.000 veces superior a nuestro consumo global. Es la principal fuente de energía de nuestro planeta. Sin embargo, la efectividad de concentración de energía por unidad de superficie en cualquier punto de la Tierra es muy pequeña: De 1 a 4 Kw por m² /dia. 3.600 to 14.400 kj

Esta baja densidad limita la utilización directa de energía solar como materia prima de energía.



Hoy seguimos usando un motor con un rendimiento energético de entre el 20 y el 30% de eficiencia. El resto se pierde en calor. “ Son las leyes de la Termodinámica”

No obstante, estos motores utilizan un potente combustible derivado del petróleo que compensa esta baja eficiencia y puede mover 1 tonelada a 500 km de distancia con solo 50 litros de combustible.

ES IMPOSIBLE CAMBIAR EL SISTEMA ENERGÉTICO ACTUAL BASADO EN EL PETROLEO



BFS ha desarrollado una tecnología capaz de hacernos pasar del estado de baja densidad a un estado de alta densidad energética.

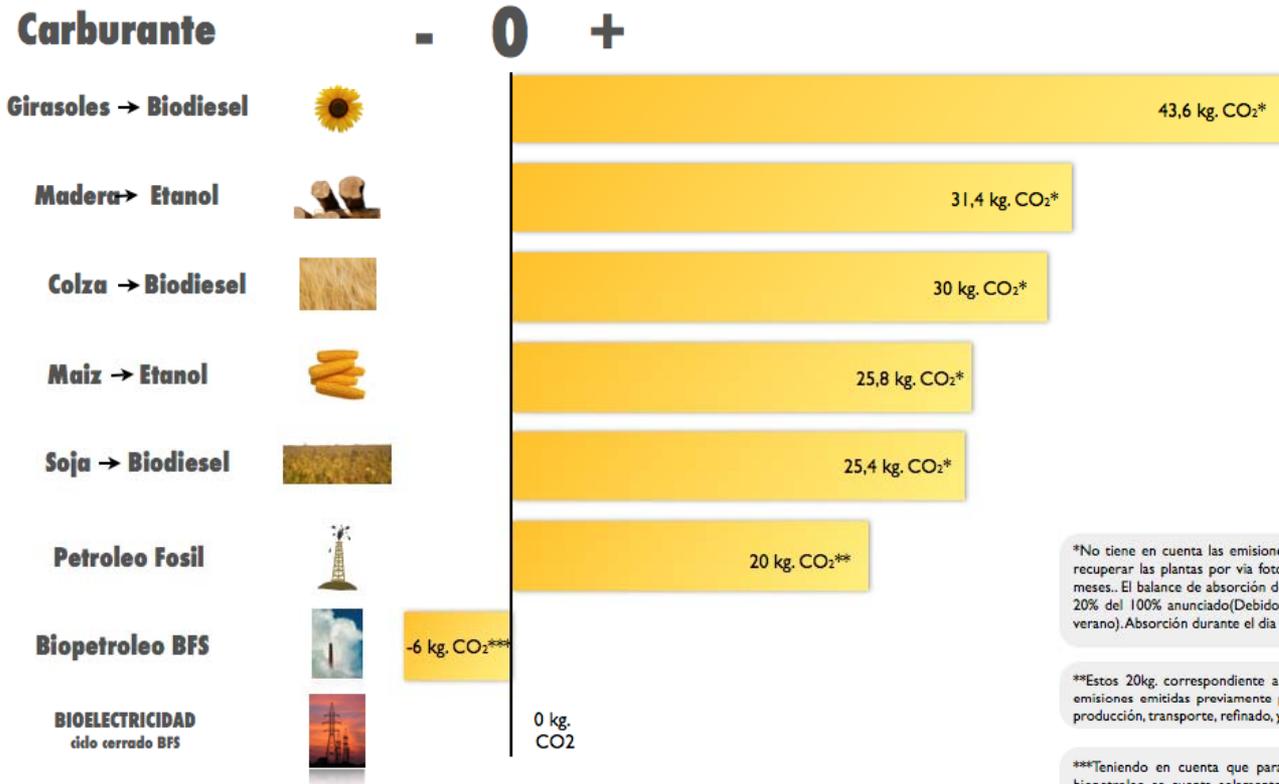
Nuestro objetivo fue encontrar un combustible similar, que funcione con los motores actuales y que sea: :

- No contaminante
- Inagotable

NO CONTAMINANTE



**TABLA COMPARATIVA DE EMISION DE CO₂ DE UN COCHE: 100kw (135cv.)
SOBRE UN RECORRIDO DE 100KM.**



*No tiene en cuenta las emisiones de CO₂ por la combustión del biodiesel que van a recuperar las plantas por vía fotosintética dentro del plazo de cultivo aproximado de 6 meses. El balance de absorción del CO₂ de las plantas terrestres es solamente de 10% a 20% del 100% anunciado (Debido principalmente a la diferencia horaria de luz invierno/verano). Absorción durante el día y expulsión durante la noche.

**Estos 20kg, correspondiente a la combustión directa no toma en cuenta todas las emisiones emitidas previamente por la energía utilizada por la cadena de: exploración, producción, transporte, refinado, y distribución.

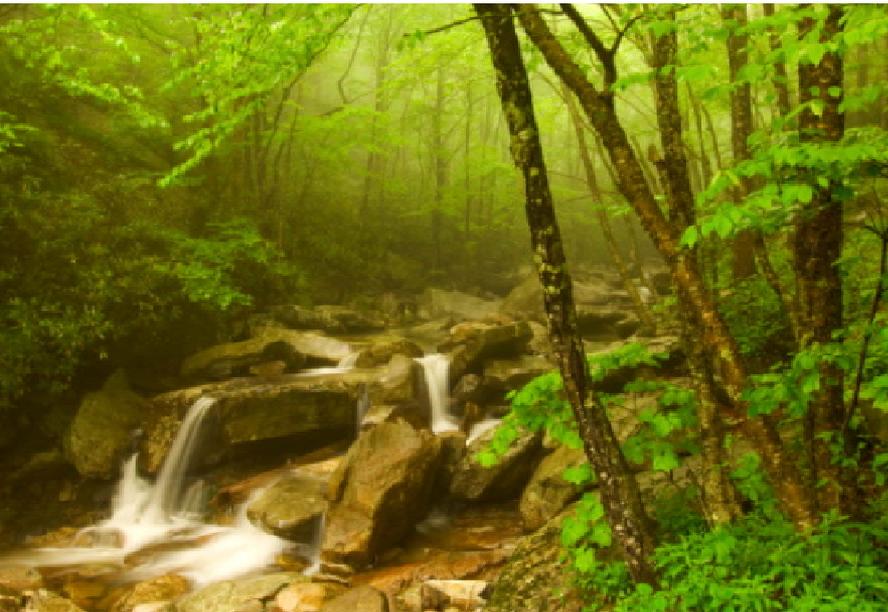
***Teniendo en cuenta que para recuperar el CO₂ emitido por la combustión del biopetroleo se cuenta solamente 12 horas de absorción, el tiempo necesario para la reproducción de las micro-algas.

INAGOTABLE



Teniendo en cuenta esos dos ejes fundamentales, nuestro objetivo ha sido desarrollar una nueva tecnología sobre la base de una transferencia óptima de la energía. Así hemos logrado usar un convertidor casi perfecto para ayudar a romper el fuerte vínculo de las moléculas de CO₂ y acelerar este ciclo a través de un poderoso catalizador que utiliza:

LA FOTOSÍNTESIS



La fotosíntesis es la principal entrada de energía en el planeta. Fija, aproximadamente, unos 200.000 millones de toneladas de carbono al año, equivalente a 10 veces el consumo mundial anual.

Según diferentes cálculos, entre el 50-70% de esta transformación energética (electromagnética a química) se realiza en el mar.



Las plantas utilizan solo el 45 % de la luz para transformar la energía. El sistema no necesita luz directa como las placa solares para producir energía.

Es capaz de funcionar con tan sólo el 1 % de la luz incidente en superficie.



El mejor ejemplo es un árbol. No es una antena situada sobre un tronco; al contrario: recibe luz difusa por todos sus lados y las ramas y hojas se expanden por toda su periferia. La unidad de superficie cambia al ser tridimensional la superficie de captación.

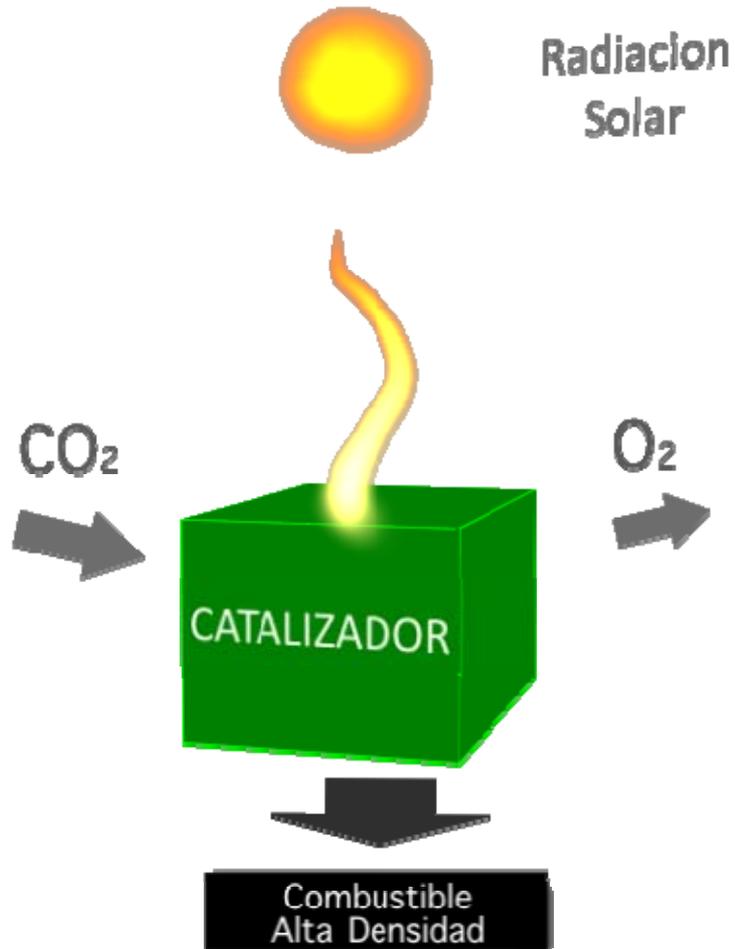
El proceso de conversión energética a través de la fotosíntesis es lento y BFS ha desarrollado herramientas para acelerarlo.



El desarrollo de fotobioreactores verticales de gran capacidad permite:

1. Maximizar la cantidad de *Agua Productiva* por unidad de superficie. (1.0 - 3.0 m³/m²)
2. Maximizar la captación de luz por unidad de superficie.
3. Minimizar el consumo de agua (máximo 1.0 -1.5 % del volumen extraído).
4. Minimizar el uso de nutrientes (abonos, ≤ 99.0 % que un cultivo convencional)

TECNICAMENTE VIABLE



El objetivo de BFS ha sido desarrollar una tecnología que permita pasar de este estado de baja densidad energética a un estado de alta densidad, a través de un sistema de captación solar y CO₂ para convertirlos en una fuente continua de energía química de alta concentración utilizando fotobioreactores verticales de alto rendimiento (catalizador) y consiguiendo un sistema no contaminante verdaderamente sostenible en el tiempo.



El método BFS es:

- BFS** **SOSTENIBLE ***
 - * Producción de bajo consumo y alta eficiencia.

- BFS** **NO CONTAMINANTE ***
 - * Absorbe CO₂

- BFS** **EFICIENTE ***
 - * 6,000 to 7,000 Kcal / Kg

- BFS** **INAGOTABLE ***
 - * DIVISION CELULAR (capacidad mitótica de las microalgas)

- BFS** **REDUCE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMATICO ***
 - * Reduce las emisiones de CO₂



1. Las reserva mundial económicamente recuperable (utilizando la tecnología actual y asumiendo los niveles actuales de consumo) de los tres principales combustibles fósiles son el: **CARBÓN, GAS NATURAL** y el **PETRÓLEO**.
2. Según las fuentes más optimistas, en 1000, 35 y 16 años, respectivamente (a fecha de 2005, y de acuerdo con la premisa anterior (1)) se habrían agotado: **CARBÓN, GAS NATURAL** y el **PETRÓLEO**.
3. Aproximadamente el 93,0 % del **COMBUSTIBLE FÓSIL** es para la producción de energía, el 7,0 % restante es para la producción de solventes, plásticos y otros productos químicos orgánicos.
4. El **CAMBIO CLIMÁTICO** es un hecho claramente vinculado al uso de los **COMBUSTIBLES FÓSILES** como fuente prioritaria de energía.

5. Los daños ambientales y socioeconómicos relacionados directamente con el CAMBIO CLIMÁTICO son un hecho.

 Ambientalmente REPARABLES? o IRREPARABLES?.

 Económicamente ASUMIBLES? o INASUMIBLES?

6. El agotamiento progresivo de los COMBUSTIBLES FÓSILES, y la creciente acumulación de “gases de efecto invernadero en la atmósfera, hace necesario el buscar FUENTES ALTERNATIVAS DE ENERGÍA:

 Eficientes y eficaces

 Sostenibles

 Que no afecten, y a ser posible palien, al medioambiente.

 Económicamente accesibles a todo el mundo.



LA FOTOSINTESIS

Clave en la solución Energética



1. Los organismos fotosintéticos (terrestres y marinos) se pueden asemejar a transformadores continuos de energía solar, en energía química y en constante renovación.
2. La fotosíntesis es un proceso biológico GLOBAL, FUNDAMENTAL Y ÚNICO por la transformación directa de la energía solar en energía química en su fase luminosa.

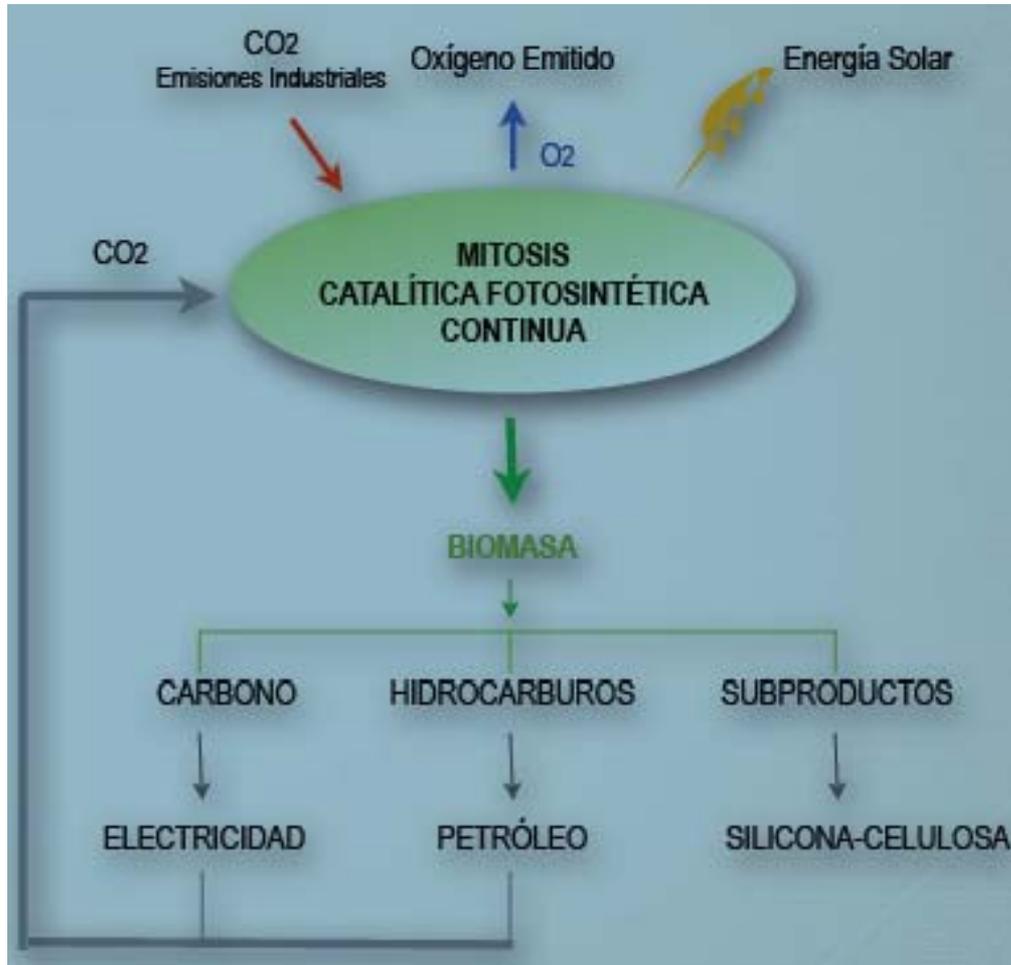
Los organismos fotosintéticos (generalmente conocidos como autótrofos):

- i. Asimilan anualmente $3,5 \cdot 10^{14}$ kg de CO_2
 - ii. Liberan a la atmósfera $2,5 \cdot 10^{14}$ kg de O_2
- Sintetizan más de $2,3 \cdot 10^{14}$ kg de materia orgánica (**BIOMASA**)
 - Energéticamente almacenan más de 10^{18} Kcal/año de las $7,0 \cdot 10^{22}$ Kcal anuales de energía solar que recibe la superficie terrestre.



3. Hasta ahora existían tres direcciones principales para conseguir provisiones de biomasa, basadas normalmente en la explotación agrícola e industrial del vegetales macrófitos, tanto de porte herbáceo como arbóreo.
 - a. Cultivo de cosechas energéticas
 - b. Explotación de la vegetación natural
 - c. Utilización de desechos orgánicos (principalmente de origen agrícola).
4. Actualmente ya estamos en condiciones de presentar un sistema para la obtención de BIOMASA A PARTIR DE CULTIVOS DE MICROALGAS PLANCTÓNICAS.

Biomasa, ¿Para hacer qué?



E. Básicamente:

E. Carbón (5.700 – 6.000 cal/gr)

F. Hidrocarburos (7.500 – 9.000 cal/gr).

G. Subproductos:

e) Piensos

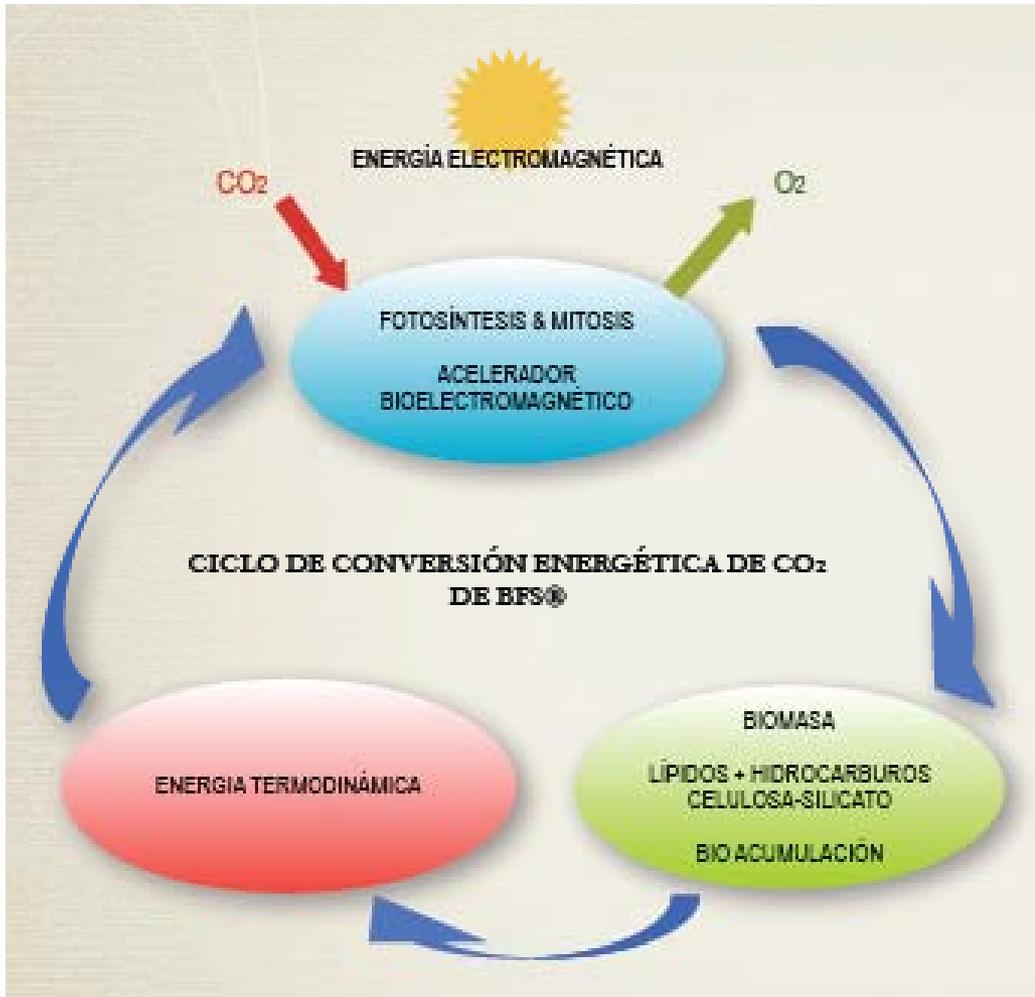
f) Alimentos

g) Celulosas

h) EPA

i) Silicio

Biomasa, ¿Para hacer qué?



El sistema desarrollado por BFS no acaba en la obtención de la biomasa.

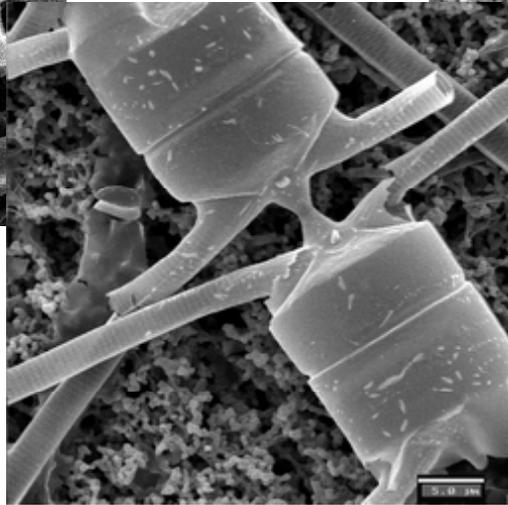
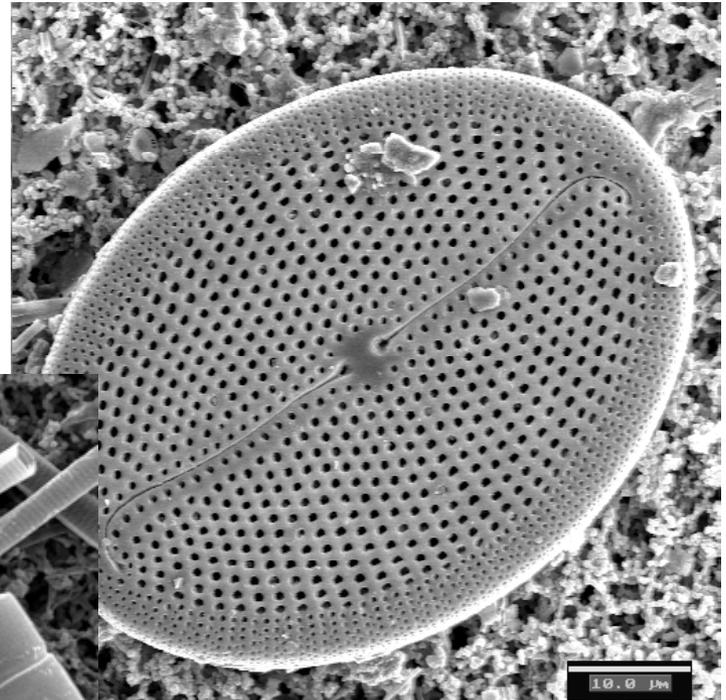
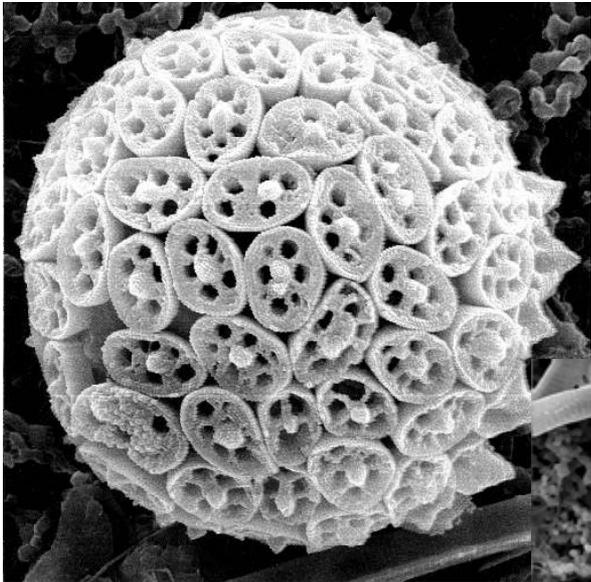
Con ésta y mediante una serie de procesos termoquímicos (pirolización, licuefacción, etc), convierte el Kg de Biomasa de 5.700 cal/gr en:

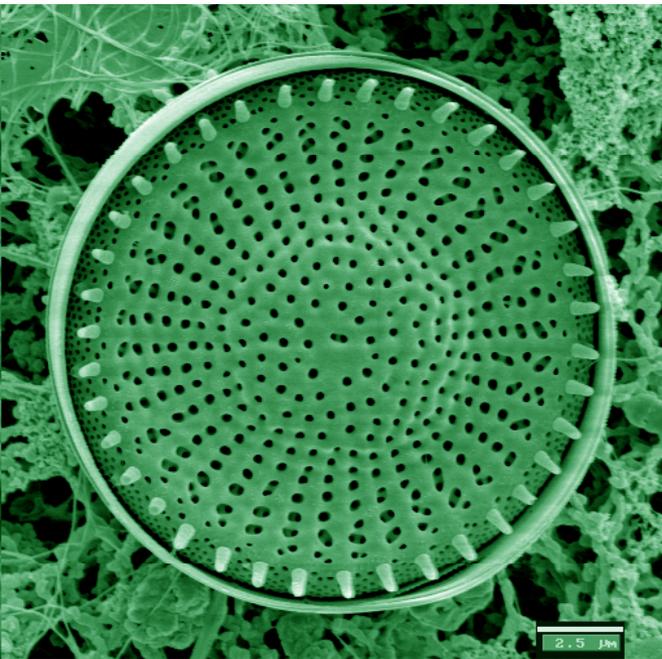
750 ml de biopetroleo de 8.000 cal/gr

o

550 ml de biopetroleo de 9.000 cal/gr.

¿Por qué el uso de microalgas fitoplanctónicas como fuente de biomasa y energía?





Si observamos a los seres vivos según su grado de organización celular:

1.UNICELULARES

2.PLURICELULARES

Si consideramos que, dependiendo del modo en el que los seres vivos obtienen la energía que necesitan para vivir y reproducirse pueden clasificarse en:

3.AUTÓTROFOS (productores de compuestos energéticos)

4.HETERÓTROFOS (consumidores de compuestos energéticos)



No resulta muy difícil comprender que la totalidad de los seres vivos del planeta pueden clasificarse en 4 grandes grupos:

- 1.UNICELULARES AUTÓTROFOS (microalgas en general y fitoplancton en particular, bacterias quimiótrofas, etc)
- 2.UNICELULARES HETERÓTROFOS (protistas: amebas, paramecios, etc)
- 3.PLURICELULARES AUTÓTROFOS (vegetales visibles: girasol, soja, pino etc)
- 4.PLURICELULARES HETERÓTROFOS (animales en general macroscópicos o visibles)

¿Dónde se concentran los compuestos energéticos en los seres vivos?, o ¿Por qué almacenan compuestos energéticos los seres vivos?:

Fundamentalmente la acumulación de compuestos energéticos por parte de los seres vivos tiene como función principal el garantizar la supervivencia de la especie. La supervivencia depende directamente la estrategia reproductiva, y esta sólo puede ser de dos tipos:

1. REPRODUCCIÓN SEXUAL

2. REPRODUCCIÓN ASEXUAL

Los seres vivos que optan por una **ESTRATEGIA REPRODUCTIVA SEXUADA** (tipo 1) acumulan compuestos energéticos para:

- a) ALCANZAR LA MADUREZ (dar tiempo), poder reproducirse y
- b) GARANTIZARLE ENERGÍA AL “GÉRMEN” O SEMILLA

De las dos posibilidades reproductivas, el más raro. La totalidad estructural del individuo está destinada a sostener, proteger y dar energía al sistema reproductivo.



Cuando la **ESTRATEGIA REPRODUCTIVA ES DE TIPO ASEXUADA (2)**:

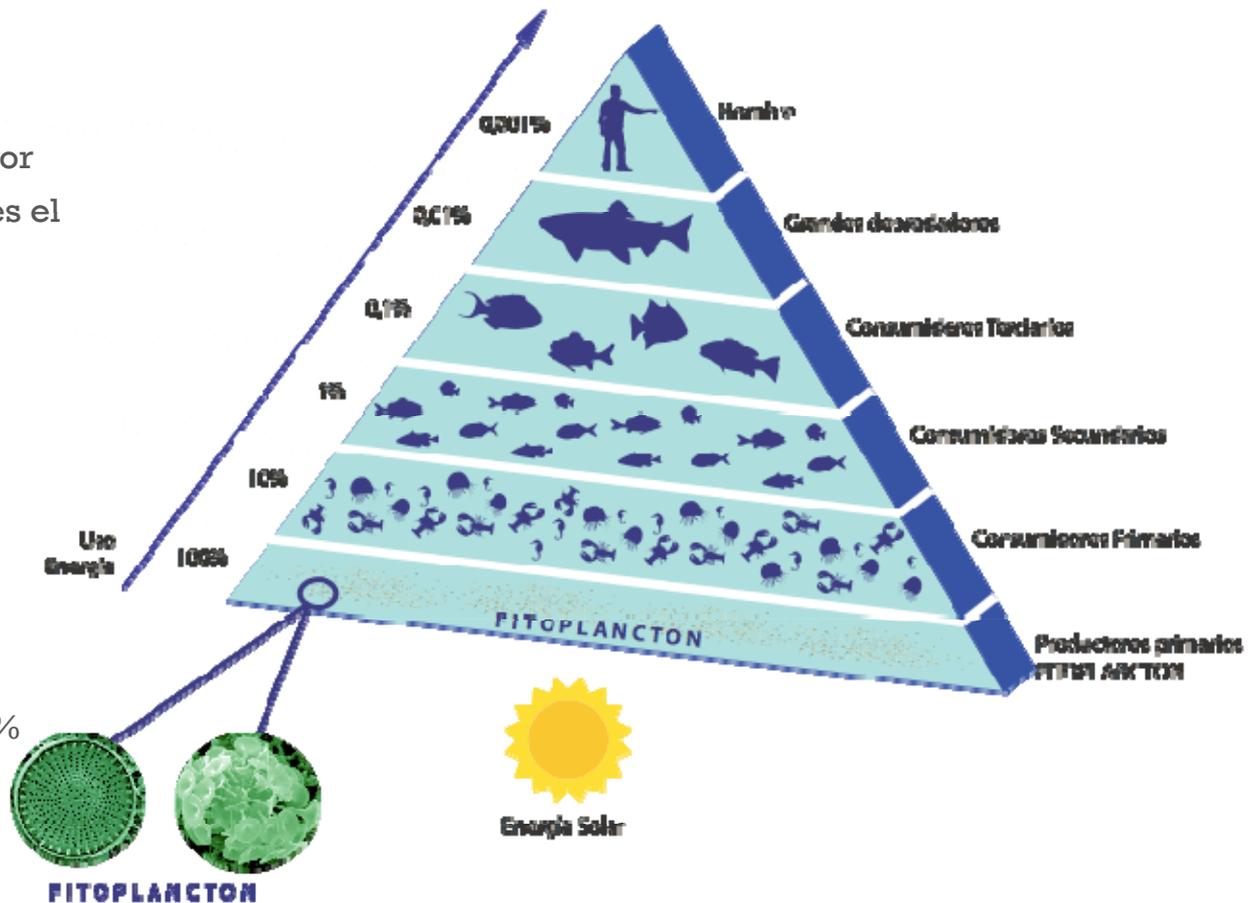
no es necesario crear una serie de estructuras (con su consecuente gasto energético) para garantizar la viabilidad de la especie en el tiempo, **basta con acumular la energía necesaria para alcanzar el tamaño necesario y, directamente dividirse en dos**. Cada uno de estos dos nuevos ejemplares repetirá esta pauta sin fin. No existe concepto de “cadáver”.

La mejor expresión del desarrollo teórico anterior que recogida en lo que en ecología se conoce como pirámide trófica o cadena alimentaria:

La energía entrante es la electromagnética y su conductor principal en el medio marino es el fitoplancton.

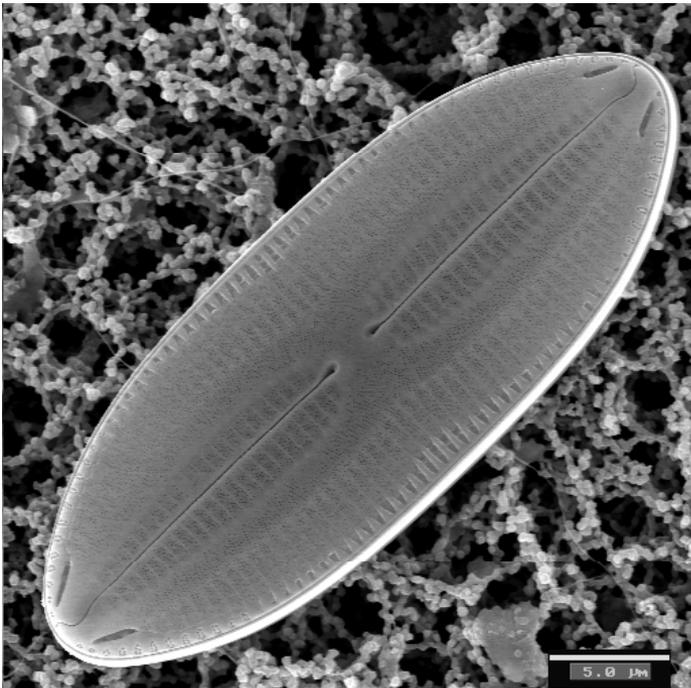
El 90% de la energía se pierde como calor al ambiente en el paso a cada nivel trófico superior

De un escalón a otro de la cadena trófica solo pasa un 10% de la energía



Piramide Trofica

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE ESPECIES DE MICROALGAS

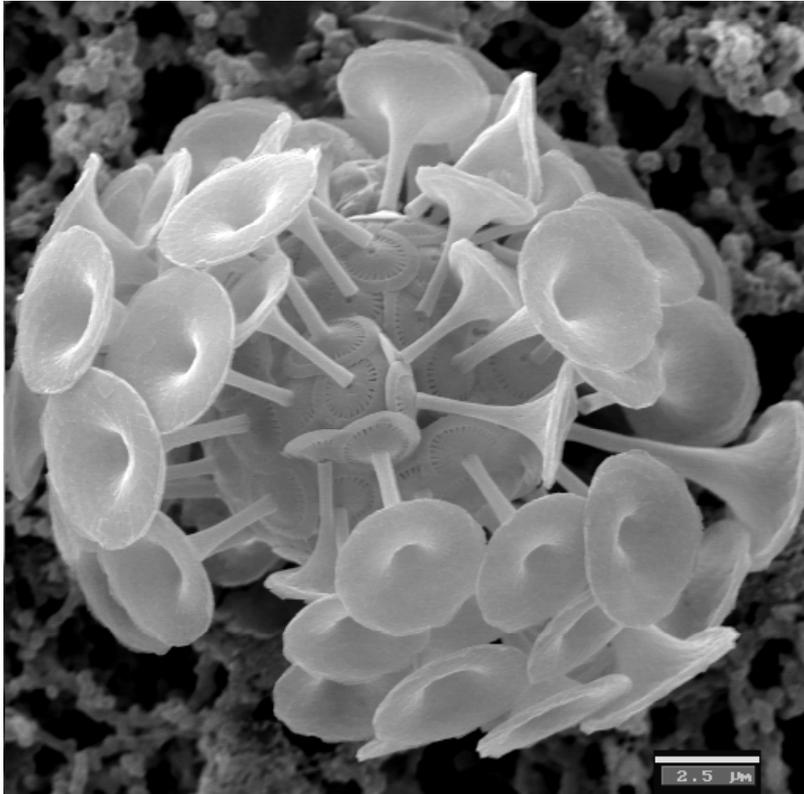


Universalidad. Utilizamos especies fitoplanctónicas de amplia distribución geográfica.

Particularidad. En áreas geográficas con climas extremos (muy cálidos o muy fríos, en general climas homeotérmicos)

***r*-estrategas.** Normalmente utilizamos especies oportunistas con estrategia de supervivencia en ecología conocida como tipo *r*.

Eurihalinidad. Preferentemente se seleccionan especies eurihalinas, con alto grado de tolerancia a las oscilaciones de salinidad.



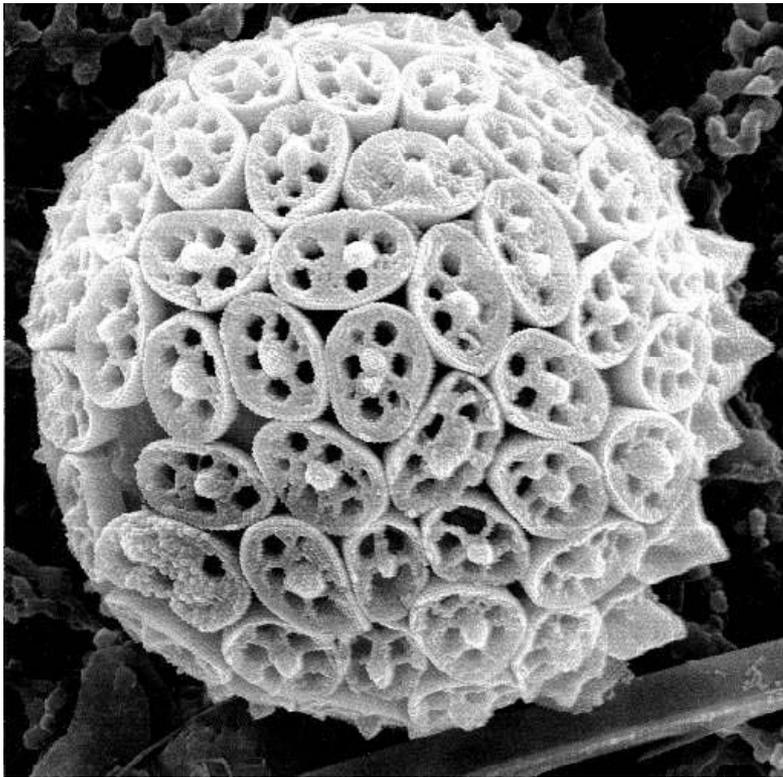
Amplia tolerancia a la fotoinhibición.
Especies heliófilas y umbrófilas.

Relación Superficie/Volumen (S/V o r^2/r^3). Eficiencia en la captación de luz y nutrientes.

Holoplanctónicas. El fouling

Relación calorimétrica mínima 4000 cal/gr.

Tasa de división 0.5 – 1.5 div/dia.



Resistencia a los sistemas físicos del cultivo:

Sistemas de Bombeo/Impulsión

Sistemas antifouling

Sistemas de filtración/concentración

Sistemas de extracción

Alta tolerancia a concentraciones de O₂ elevadas.

Alta tolerancia a concentraciones elevadas de CO₂ y NO_x.

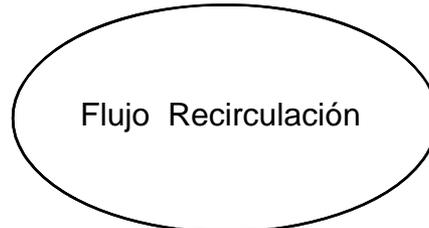
CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE FOTOBIOREACTORES



Régimen Luz



Estrés Hidrodinámico

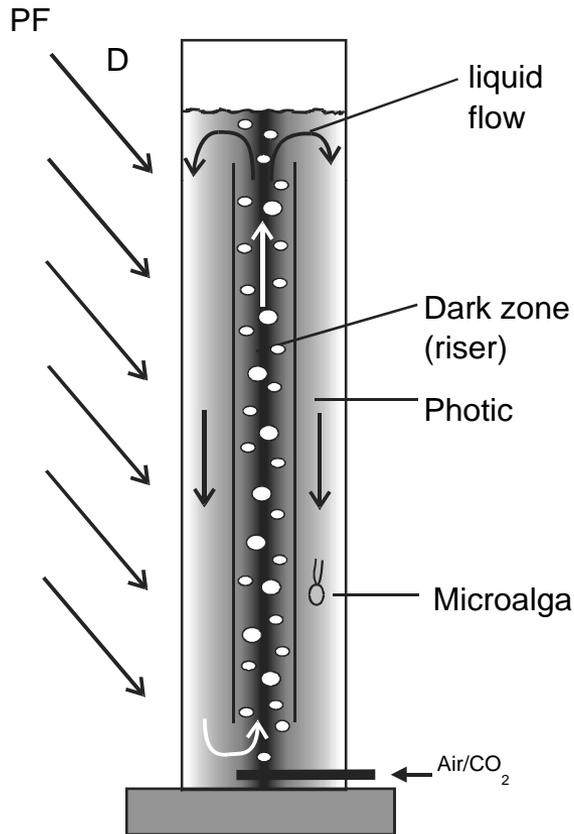


Flujo Recirculación

Optimización

Trans Masas

La clave: el desarrollo vertical



BFS Relación **superficie de captación energética/diámetro del tubo**

BFS Los organismos utilizados son los mas eficientes (en términos energéticos y biológicos) del planeta. Prioriza el uso de especies fitoplanctónicas con la relación mas favorable superficie/volumen. Su eficiencia captadora de luz, nutrientes + CO₂ es mayor.

Z
O
n
e

BFS La forma de introducción del “humo” (aire + CO₂) y su disolución en el sistema.

BFS La limpieza y el efecto “antifouling”

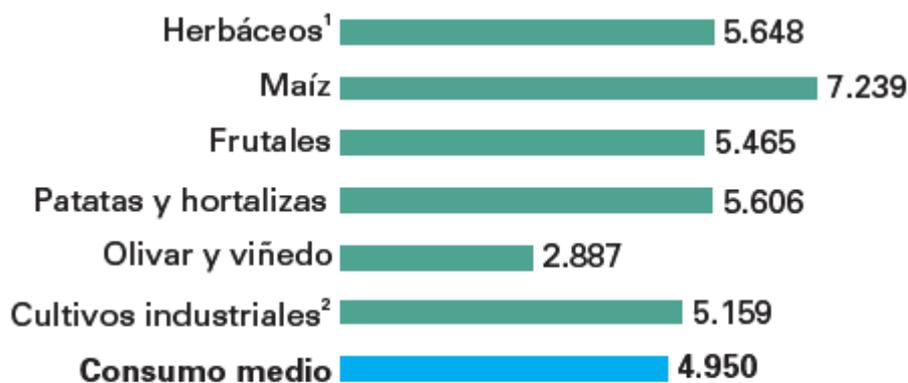
BFS La eliminación y recuperación posterior del O₂

BFS El sistema de recirculación dentro del tubo y entre los tubos.

La clave: el Agua

Uso medio de agua por superficie en parcela según tipos de cultivo. 2006

m³/ ha



1. Incluyen: cereales, arroz, cultivos forrajeros y leguminosas.

2. Incluyen: remolacha, algodón, girasol, soja, tabaco, colza, lúpulo, etc.

- El consumo de agua en el procedimiento de BFS es del 1 % del agua llevada a extracción.
- El consumo máximo por hectárea /año oscila entre 1000 a 3000 m³/año
- Sólo utiliza agua no apta para consumo público ni para riego:
 - Agua salada
 - Agua Residual Urbana
 - Salmuera procedente de desalación

ECONOMICAMENTE VIABLE

BFS
bio fuel systems

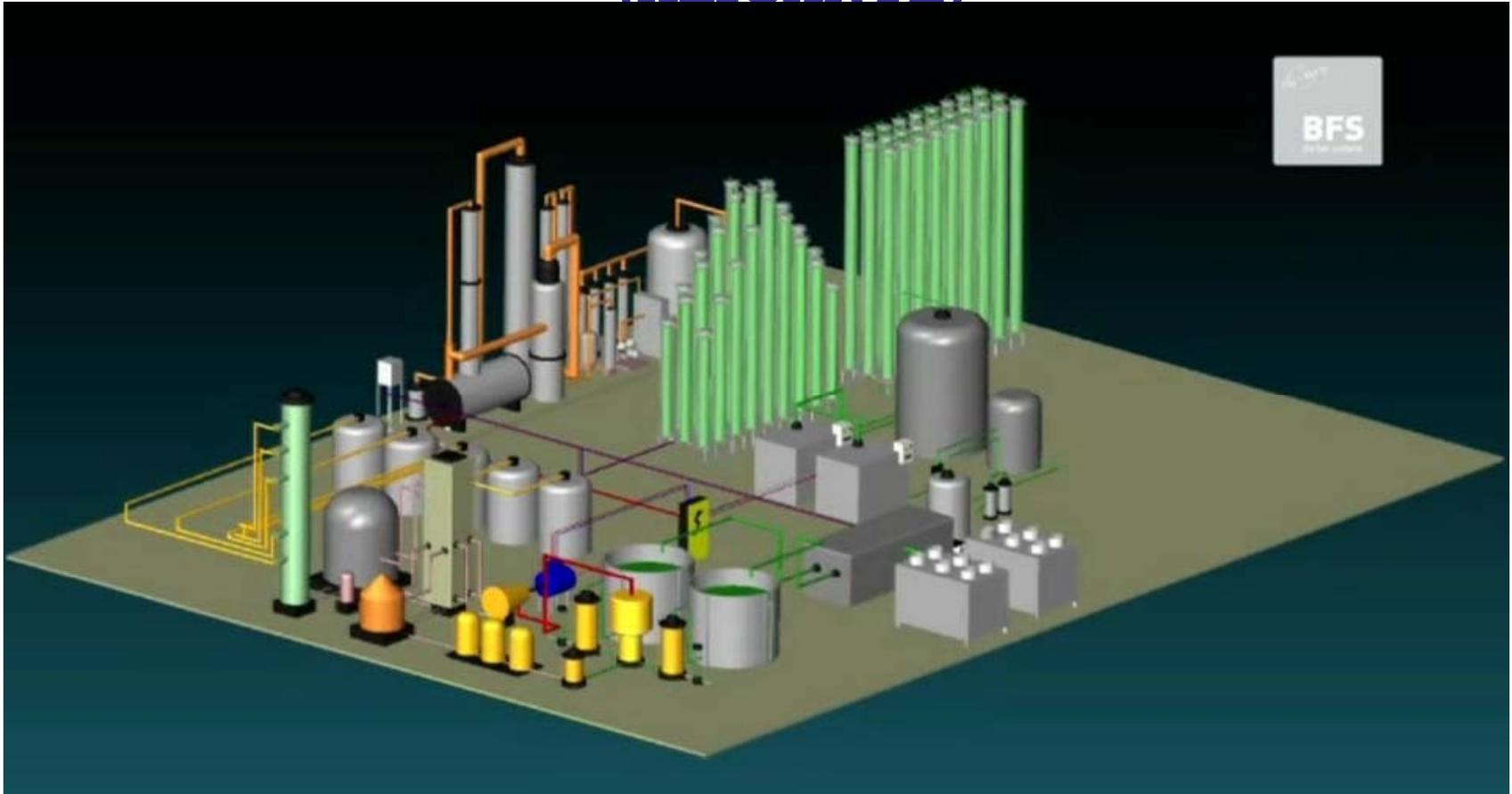


BFS es pionera en su sistema de obtención de biocombustibles energéticos

- BFS** Obtiene los recursos energéticos de la base de la cadena trófica., donde está el 100 % de la energía entrante
- BFS** Los organismos utilizados son los más eficientes (en términos energéticos) del planeta.
- BFS** Prioriza el uso de especies fitoplanctónicas con la relación más favorable superficie/volumen. Su eficiencia captadora de luz, nutrientes + CO₂ es mayor.
- BFS** Es el único proceso de producción de energía que reduce el CO₂ de la atmósfera.
- BFS** Todos los sub-productos obtenidos en el proceso de BFS son aprovechables, sostenibles, y no contaminantes. Nuestro residuo final es “ 0 “.

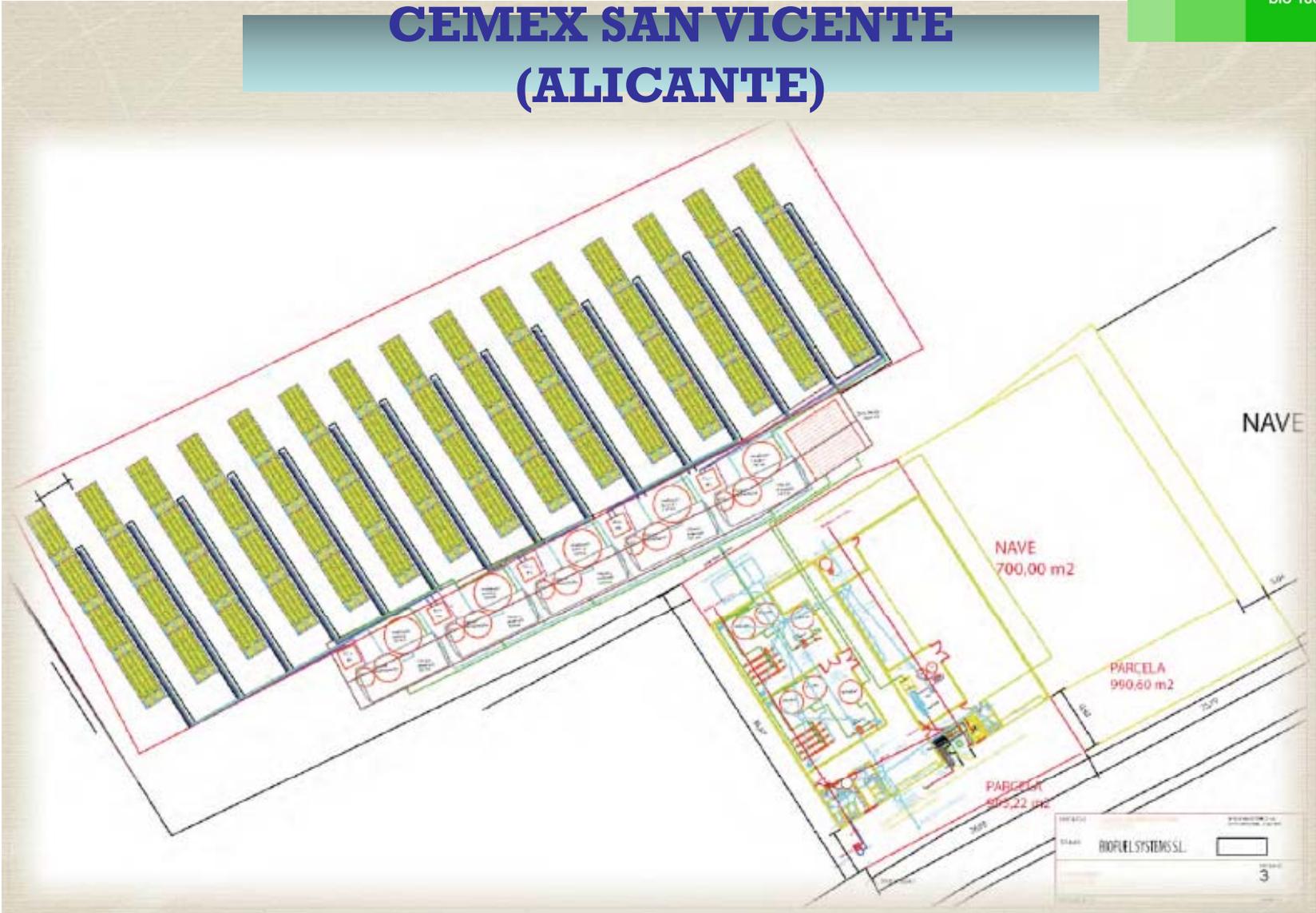
Nuestros Proyectos HOY:

CEMEX SAN VICENTE (ALICANTE)



Nuestros Proyectos HOY:

CEMEX SAN VICENTE (ALICANTE)



Nuestros Proyectos HOY:



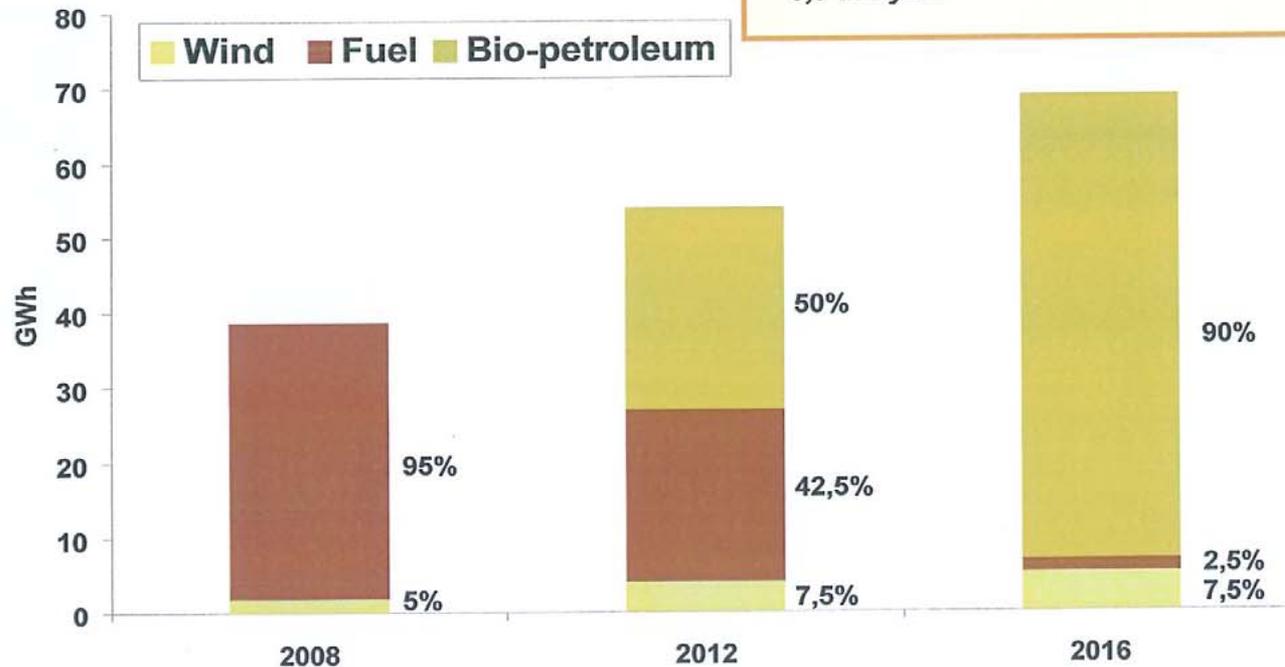
BFS
bio fuel systems

Regional Energy Policy

PROJECT - PORTO SANTO

Algae bio-fuel

- ✓ *Increases the renewable energy production from 5% to 97.5% of the total energy production;*
- ✓ *Avoids the purchase of 17.000 tons/year of fuel oil ≡ 5,1 M€/year*
- ✓ *Reduces the annual CO₂ emission of 50.000 tons ≡ 0,7 M€/year*



BIOPETROLEO



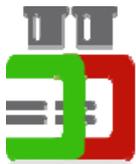
BioElectricidad



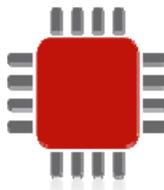
Agua desalinizada



Celulosa



Cosméticos



Silicio



Farmacéutico

Gracias por su atención

Murcia, 5 de Noviembre 2009