



**Ecosistemes terrestres:  
ens poden suportar indefinidament?**

***Carles Gracia***

Departament d' Ecologia, Universitat de Barcelona  
CREAF (Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals)

Fòrum Ambiental. Facultat de Biologia, UB. 25 Febrer 2010.

Guió

- Quina quantitat d'energia consumim?
- El consum d'energia depèn de la població
- Què projecten els models ecosistèmics?
- Alguns exemples que il·lustren el concepte de "papanatisme ecològic":
- Aprofitar la biomassa és sostenible?
- Substituïm el petroli per biocombustibles: Son més verds!
- Hem de tenir fe en la tecnologia: trobarem la manera de surti'ns-en

## Quina quantitat d'energia consumim?

Energia per alimentar a la població mundial: **6 exacalories\* /any.**

Consum anual d'energia: **100 exacalories\* /any** (20 vegades més)

Aquest consum equival a més de 10.000 milions de tep

(EEUU consumeix el 25%)

**El petroli com a tal representa el 40 per cent del consum d'energia**

Consumim 85 milions de barrils de petroli al dia que equival a més de 32 mil milions de barrils a l'any

1 exacaloria =  $10^{18}$  calories

1 barril Brent = 159 litres  $\approx$  130 kg  $\approx$   $1.3 \cdot 10^9$  cal

## Quina quantitat d'energia fixen els ecosistemes

La PPB anual és de l'ordre de  $11 \cdot 10^{16}$  g de C als sistemes terrestres i aproximadament la mateixa quantitat als sistemes oceànics.

La PPN anual dels sistemes terrestres s'estima en  $3.8 \cdot 10^{16}$  g de C (2/3 de la PPB es respira) que equivalen a  $3.8 \cdot 10^{20}$  calories

El consum humà d'energia **representa el 25 per cent** de l'energia fixada per TOTS els productors terrestres

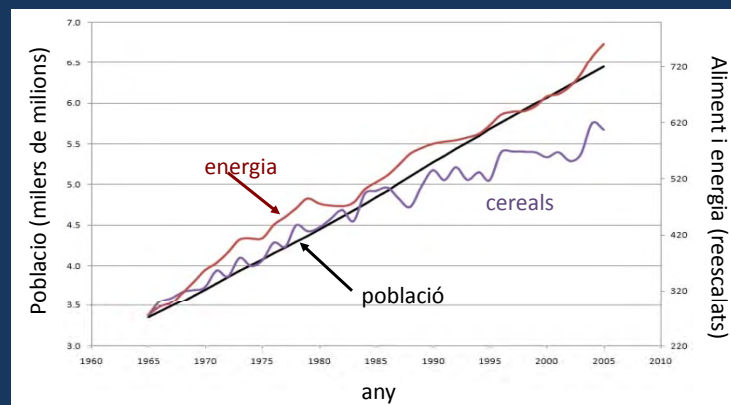
1 exacaloria =  $10^{18}$  calories

1 barril Brent = 159 litres  $\approx$  130 kg  $\approx$   $1.3 \cdot 10^9$  cal

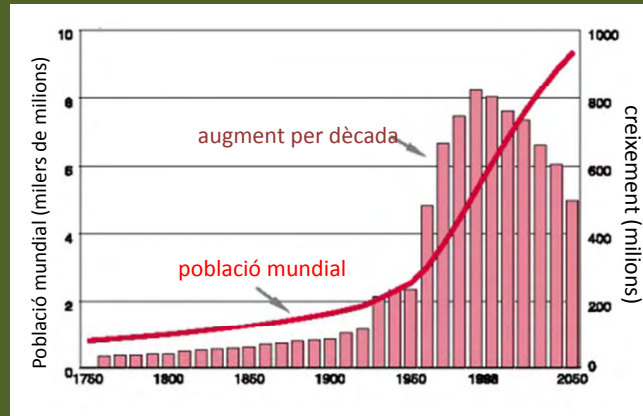
### Ús d'energia per càpita al mon.

	kW	milions de kcal/any
USA	11.5	87
Europa	5	37
Tercer món	1.5	11

### El consum d'energia depèn de la població...

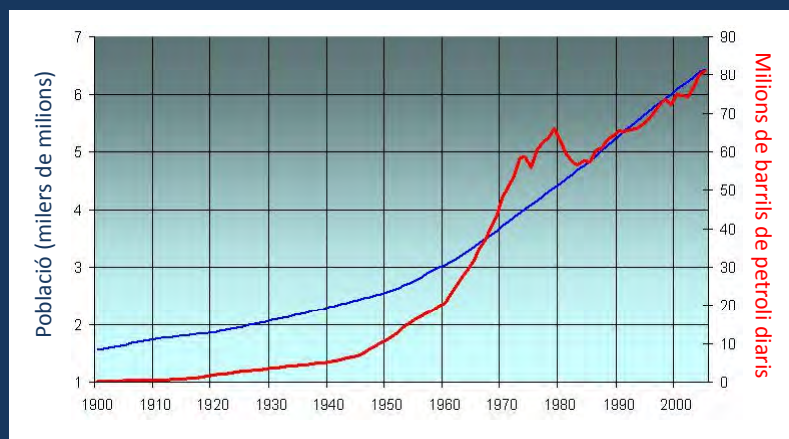


I la població augmenta ...



Les projeccions demogràfiques preveuen una població de 10 mil milions cap a l'any 2050...

I el consum de petroli va lligat a la població...



Els efectes adversos sobre l'ecosistema depenen de la població...

$$\text{Impacte} = \text{Població} \times (\text{Consum/habitant}) \times (\text{Impacte/Consum})$$

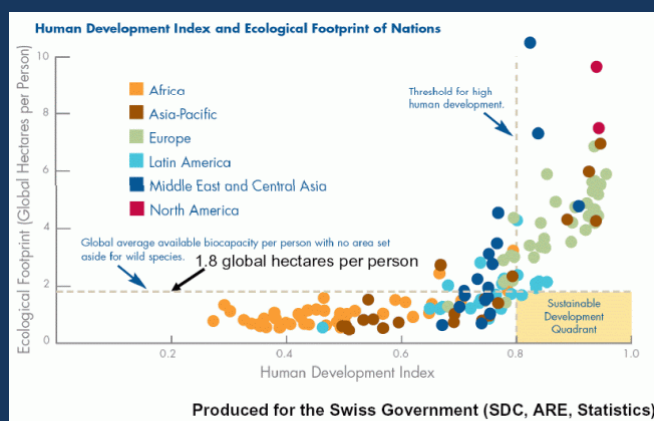
$$= \text{Població} \times \text{Consum per càpita} \times \text{Impacte per unitat de consum}$$

↓  $f(\text{riquesa})$

↓  $f(\text{tecnologia})$

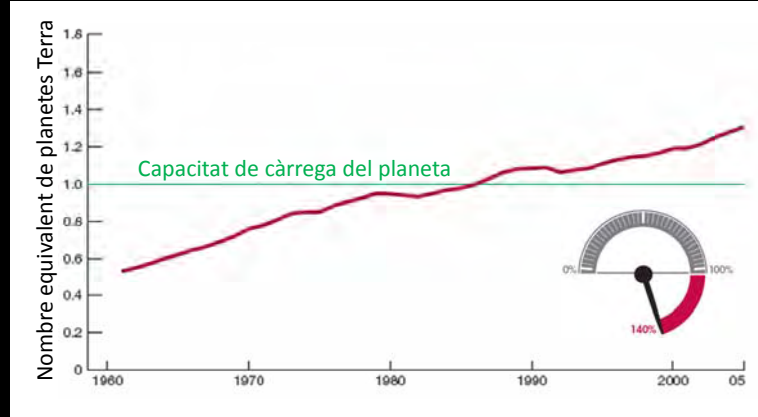
$$\text{Impacte} = \text{Població} \times \text{Riquesa} \times \text{Tecnologia}$$

Desenvolupament sostenible?



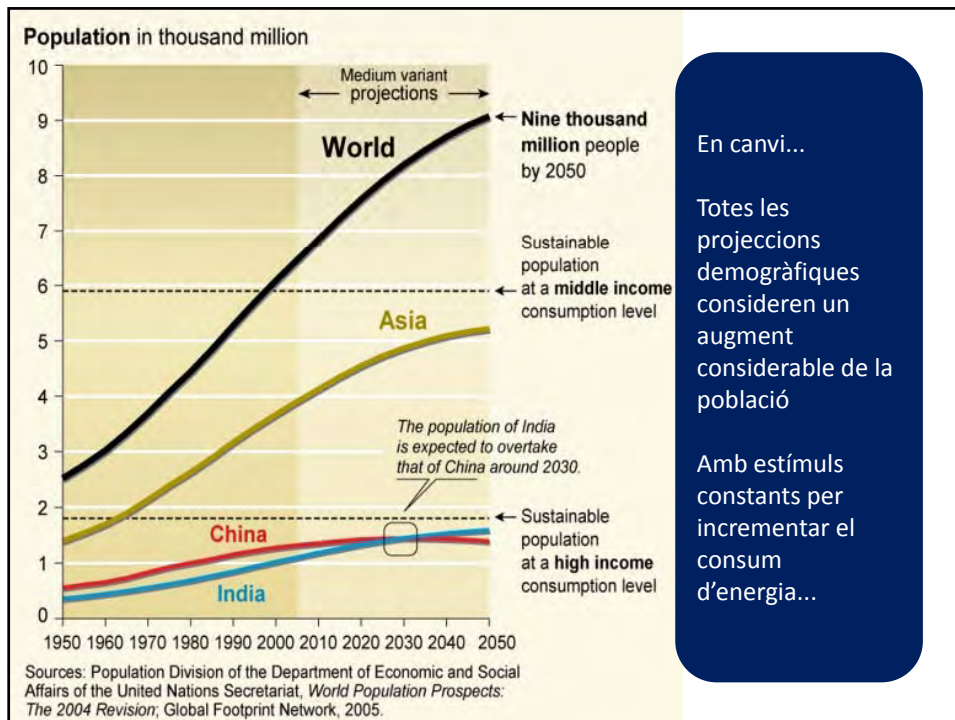
1.8 ha globals: és la superfície estimada per habitant necessària per a saturar el sistema ecològic sense deixar espai per la resta d'espècies

## Empremta ecològica de la nostra espècie



El problema demogràfic hauria de ser la prioritat màxima de la nostra societat...

...canvi climàtic, consum excessiu d'energia, sobreexplotació dels ecosistemes terrestres i oceànics i, en definitiva, l'empremta ecològica que estem imprimint al Planeta depenen en bona part de la mida de la població



En canvi...

Totes les projeccions demogràfiques consideren un augment considerable de la població

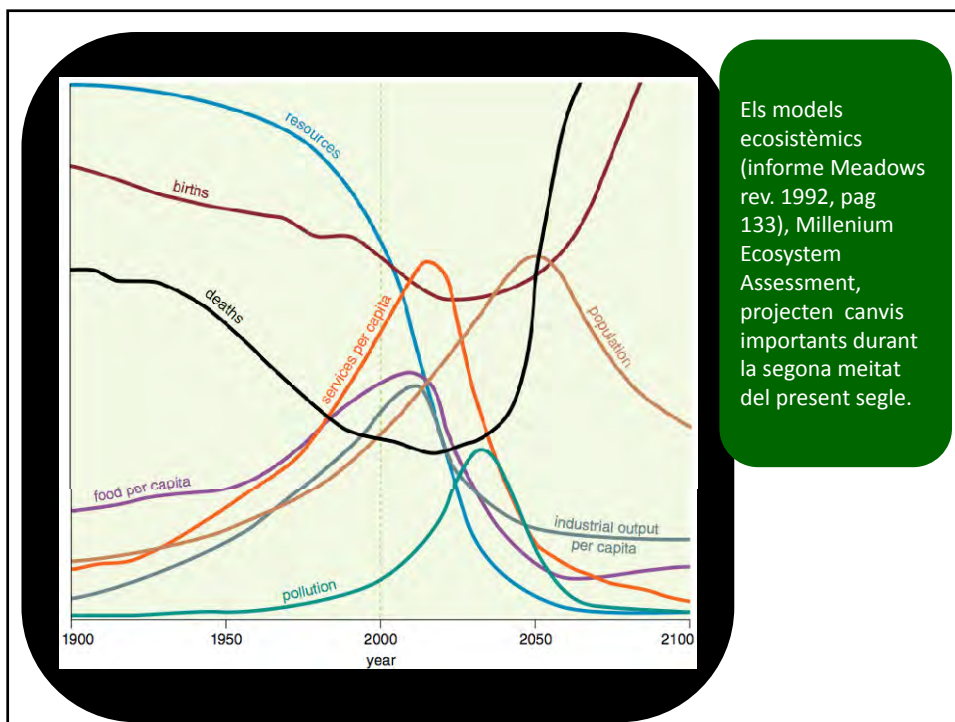
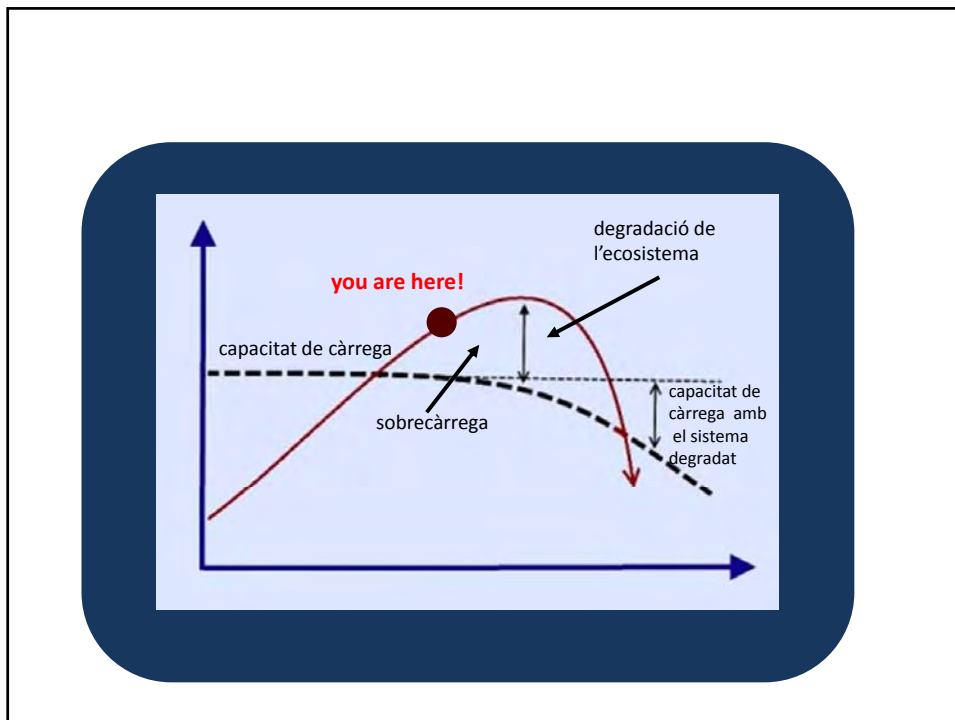
Amb estímuls constants per incrementar el consum d'energia...

Consignes pro-creixement delG-20.  
Pittsburgh, 2009

Hem de recuperar el més aviat possible el **creixement** a escala mundial i **fomentar el consum** en països de cultura estalviadora com la Xina, Japó o Alemanya.

Haurem de **treure** als xinesos **la por a consumir**.

Dominique Strauss Kahn, Director Gerent del FMI



Els models ecosistèmics (informe Meadows rev. 1992, pag 133), Millenium Ecosystem Assessment, projecten canvis importants durant la segona meitat del present segle.



**Cassandra** va ser sacerdotessa d'Apol·lo amb qui va pactar, a canvi d'una trobada carnal, la concessió del don de la profecia.

Quan accedí als arcons de l'endevinació va rebutjar l'amor d'Apol·lo. Aquest, traït, la va maleir: seguiria tenint el seu don i **diria sempre la veritat però ningú no creuria mai més els seus pronòstics.**

Pensa Global actua local...

SI, però abans d'actuar...**PENSA!**

Si tenim un problema d'energia..

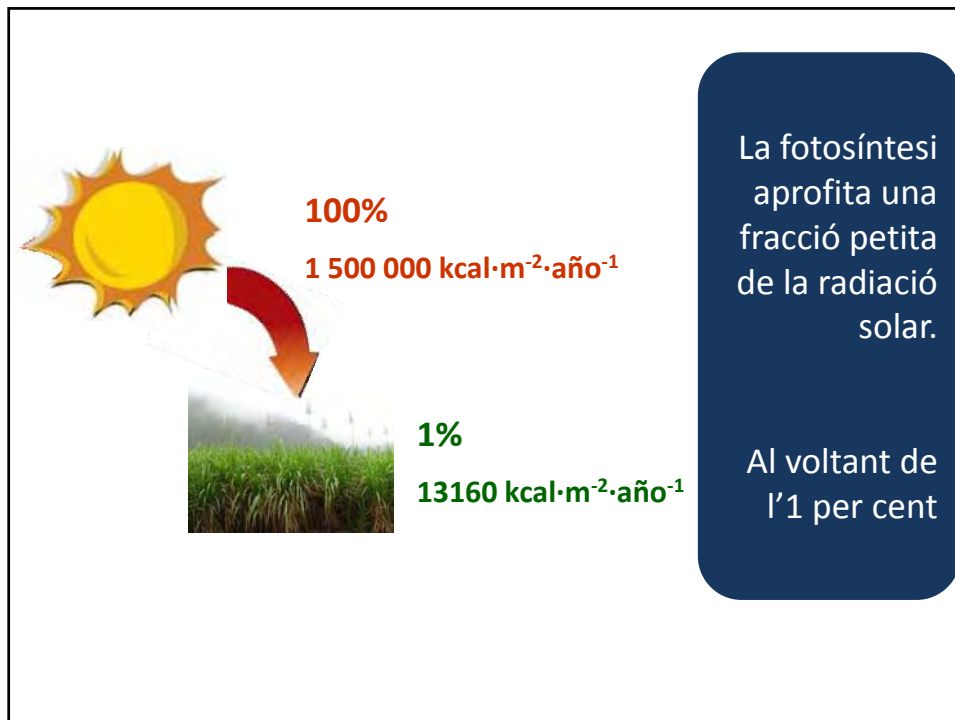
Aprofitant l'energia de la biomassa dels boscos de Catalunya contribuïm a la reducció d'emissions de CO<sub>2</sub> i ajudem a un desenvolupament sostenible...



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

## BIOMASA

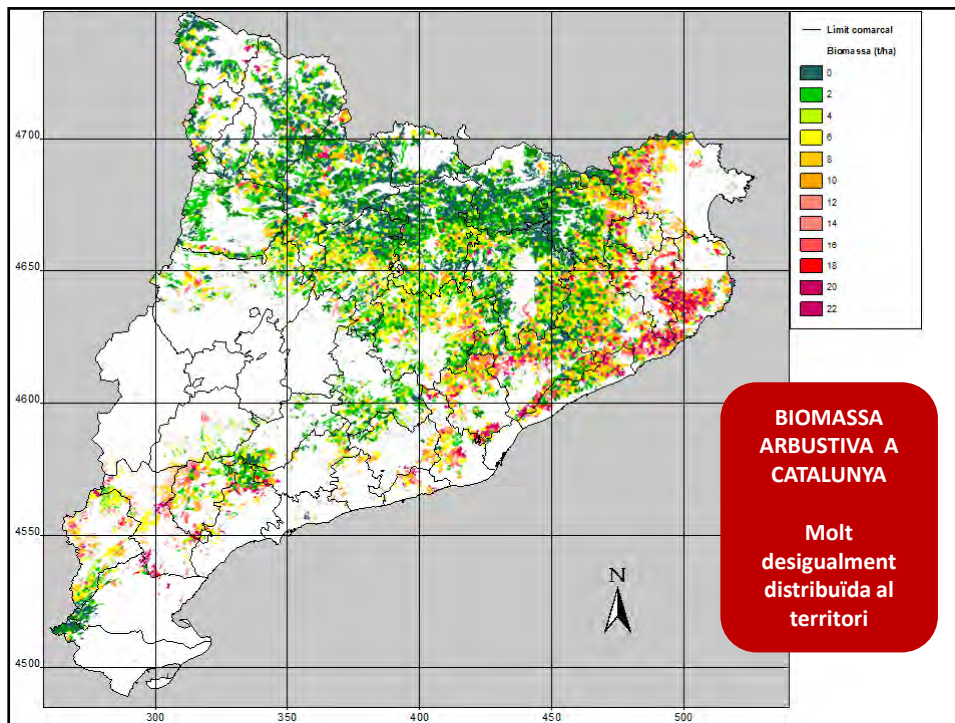
La energía que nos da la naturaleza con lo que a ella le sobra



Amb el sotabosc , arbres menors, puntes i capçades provinents de les aclarides...

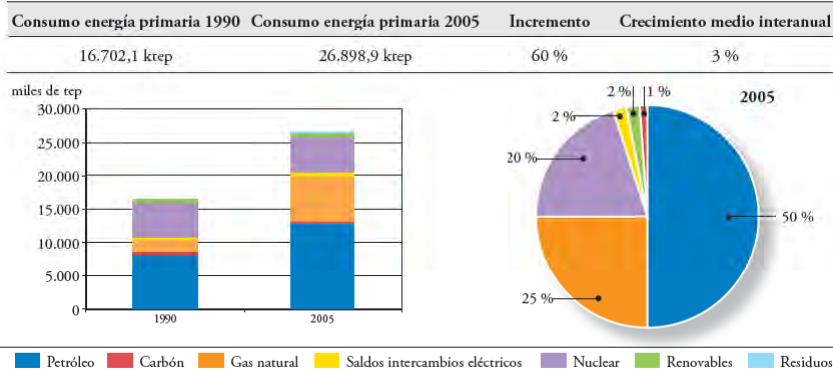
...la producció potencial de productes forestals susceptibles de ser utilitzats per a produir energia és de 300 mil tones\* /any

\*Només una fracció d'aquesta biomassa resulta explotable

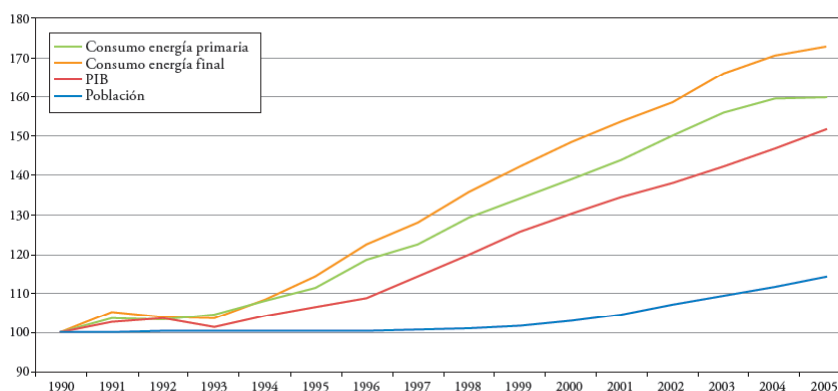


Què representa aquesta biomassa en el conjunt del metabolisme energètic de Catalunya?

### Catalunya consumeix anualment més de 27 Mt e.p. el consum incrementa un 3 per cent anualment



### El consum d'energia a Catalunya incrementa un 3 per cent anualment...



## Què representa la biomassa en el context del metabolisme energètic de Catalunya?

Població de Catalunya (any 2005)	6 995 205
Població de Catalunya (any 2008)	7 364 078
Consum d'energia a Catalunya (any 2005)	26.9 Mt e.p.
Consum d'energia per habitant i any	3845 kg e.p. 24 barrils
Aquest consum genera	10 tm de CO <sub>2</sub>
<b>Energia de la biomassa</b>	
Aprofitant tota la biomassa produïda anualment (300 000 t p.s. Capçades, puntes, sotabosc...)	0.13 Mt e.p.
Aquesta energia representa el	0.50%
Si aprofitéssim tota la biomassa acumulada als boscos de Catalunya (aèria, subterrània i sotabosc, 110 milions de t p.s.)	93%

Aquesta biomassa realment li  
sobra a la natura?

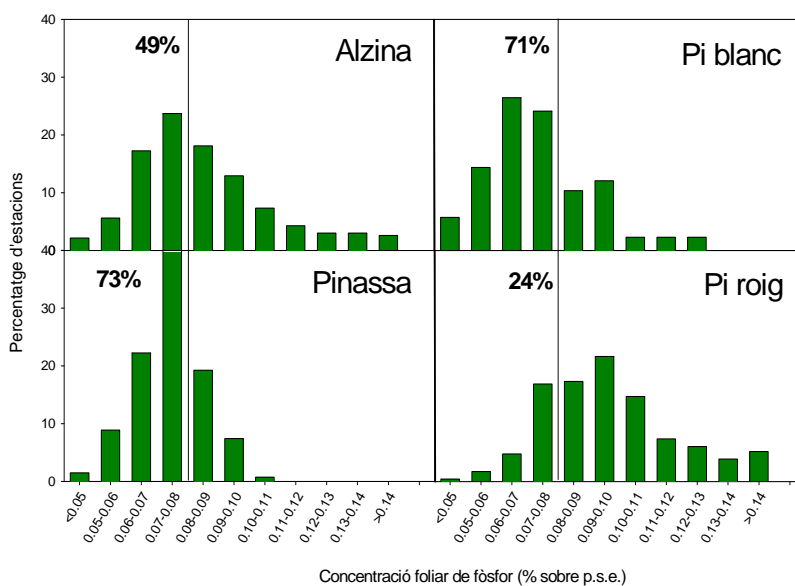
Amb la biomassa del bosc s'extreuen quantitats significatives de nutrients... efectes a mig termini sobre la fertilitat del sòl?

Extracció	Aprofitament convencional			Aprofitament addicional per a energia		
	N	P	K	N	P	K
kg/any	830782	68859	461223	810499	63189	401600

Amb els aprofitaments convencionals s'extreuen més de 830 mil kg de nitrogen i 68 mil kg de fòsfor del conjunt del bosc

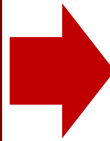
Aquesta quantitat es duplica amb els aprofitaments addicionals per a obtenció d'energia

El fòsfor és deficitari a més de la meitat dels boscos de Catalunya...



### Algunes conseqüències...

Extraient la fracció més fina de la biomassa del bosc, la fracció que es descompon més ràpidament, es corre el risc de reduir la concentració de M.O. al sòl.



Reduir la M.O. al sòl redueix la capacitat d'emmagatzemar aigua al sòl, variable crítica per la supervivència del bosc mediterrani

### ¿Lo que le sobra a la naturaleza?

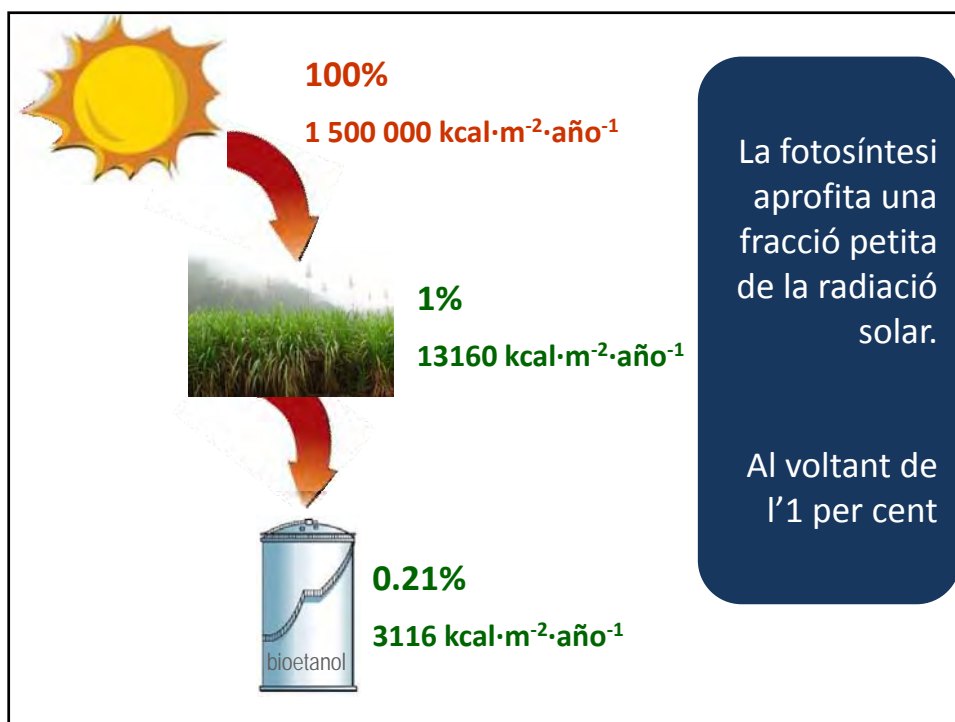
Una visió carbocèntrica, i de mires molt curtes, que ignora el funcionament dels ecosistemes forestals

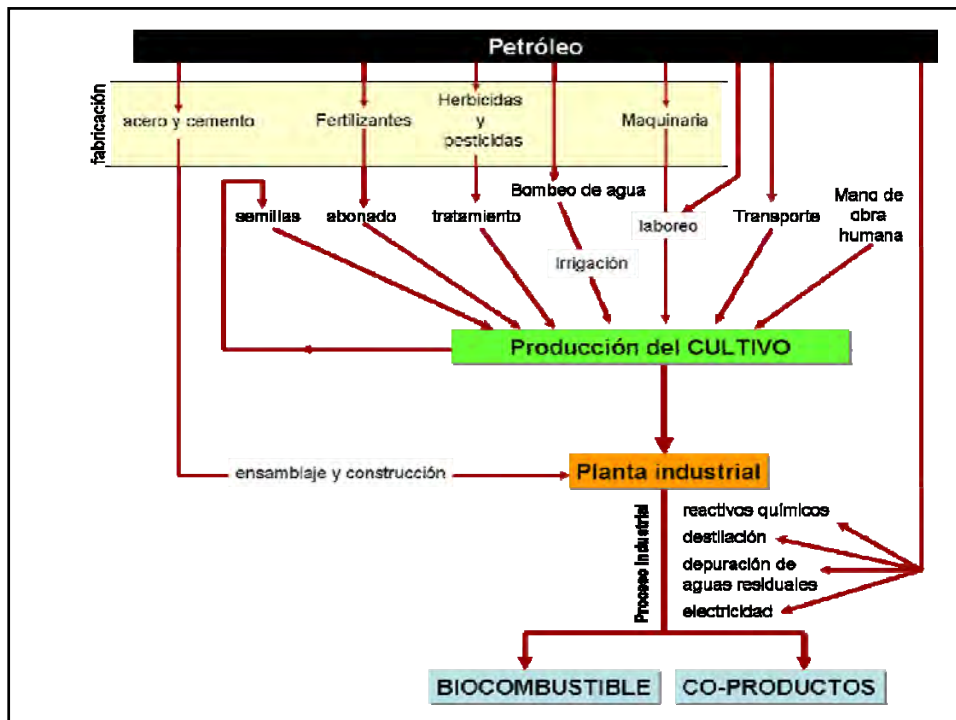
## BIOMASA

La energí que nos da la naturaleza con lo que a ella le sobra

Pot ser la biomassa del bosc mediterrani no resulta eficient...

Però els **biocombustibles**, sí que son una alternativa sostenible per suplir una part del nostre consum energètic.





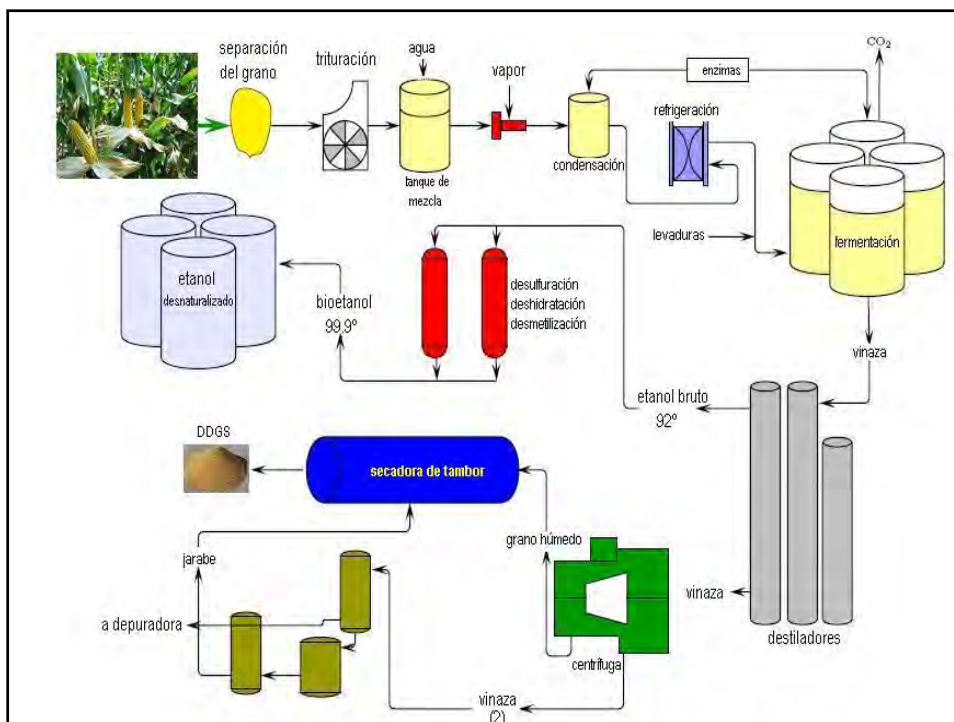
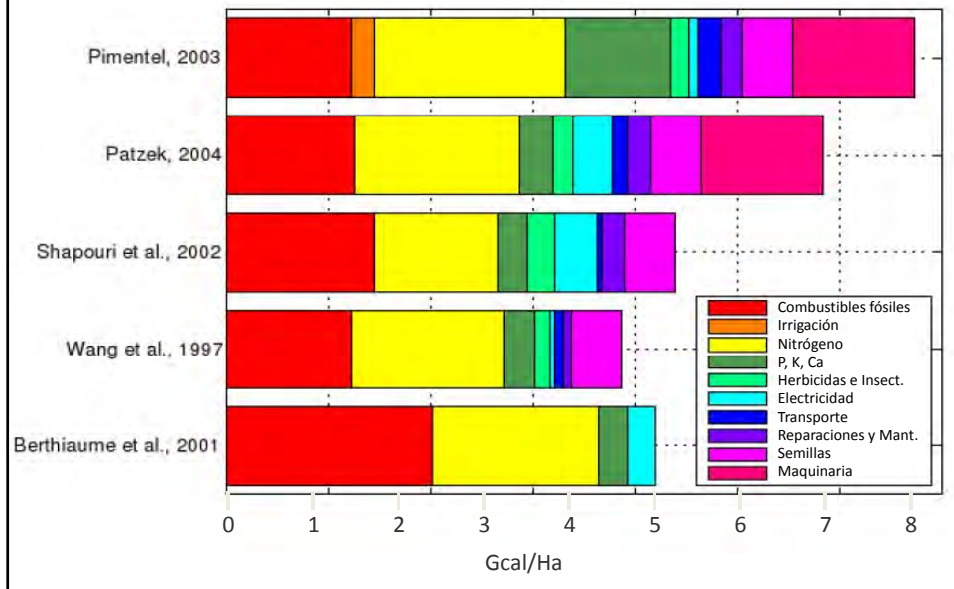
Energía invertida en el cultivo de una hectárea de maíz y en el procesado industrial del grano necesario para obtener de bioetanol.

CULTIVO ( )		kcal/ha	CO <sub>2</sub> (kg/ha)
Semillas para la siembra del cultivo (kg/ha)	(a)	21.00	48197.9
Fertilizantes (kg/ha)	(b)	0.42	3010.0
Herbicidas y pesticidas (kg/ha)	(c)	9778.32	215430.0
Transporte de materiales (kg)	(d)	11.40	483092.0
Trabajo Personal (horas/ha/año)	(e)	80.00	320000.0
Irrigación (mm)	(f)	88.00	814303.0
<b>Combustibles:</b>			
Gasoil (l/ha)		400.00	340723.0
Gasolina (l/ha)			
<b>TOTAL cultivo:</b>		<b>5145408</b>	<b>1901.0</b>
<b>Rendimiento del cultivo (kg de maíz/ha):</b>		<b>8976</b>	
<b>Producción (l de etanol/kg de maíz):</b>		<b>0.35</b>	
<b>Producción de etanol (l de etanol/ha):</b>		<b>3141</b>	

¿Qué cantidad de energía recuperamos con el bioetanol?

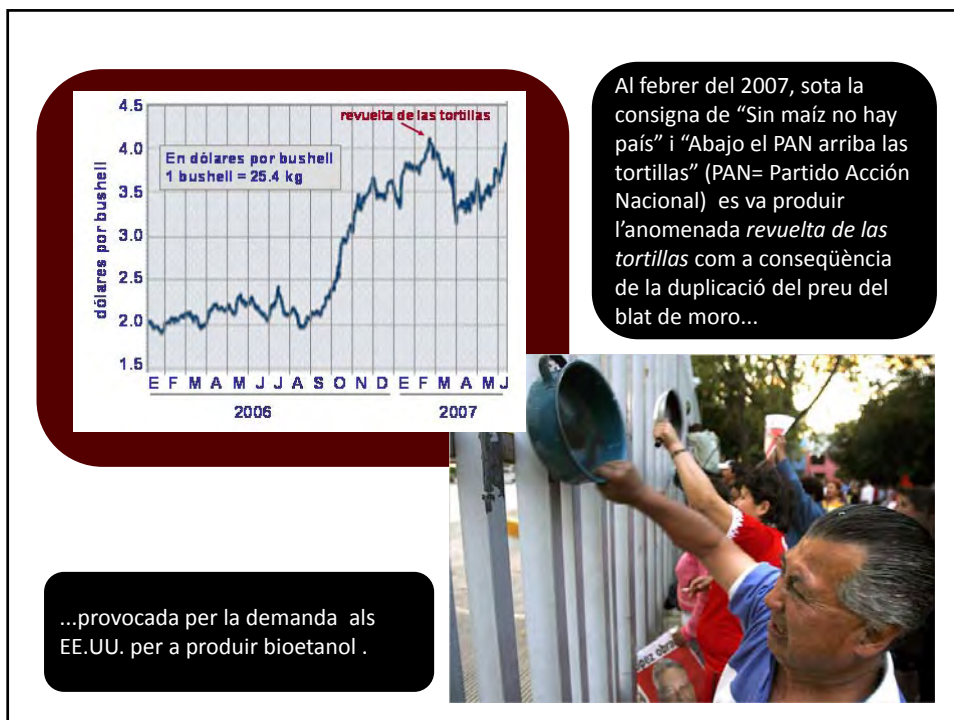
¿Cuántos kg de CO<sub>2</sub> se fijan en el cultivo?

**En el cultivo del maíz el 36% de la energía invertida en el cultivo procede de los abonos nitrogenados (150 kg/ha en USA)**



<b>PROCESADO INDUSTRIAL (l):</b>		<b>kcal/1000 l</b>	<b>CO<sub>2</sub> (kg/1000 l)</b>
Grano para producir de etanol (kg)		2857	
<b>Transporte:</b>			
Peso de grano y etanol final (kg)		3857	
Distancia de transporte en camión (km)		500	424903
Transporte en barco (solo el etanol) (km)	(f)	3000	260220
Planta de producción (kcal/l de etanol)	(g)	7.0	6984
Agua (15 l/l de etanol) (litros)	(h)	15000	6000
Destilación del etanol (litros)	(i)	16000	1430793
Concentración al 99.5% (kcal/l)	(j)	9	9000
Electricidad (kwh)	(k)	100	259200
Depuración de aguas residuales (kg de DBO)	(l)	135	1399680
<b>TOTAL procesado industrial:</b>		<b>3796780</b>	<b>1139</b>
<b>TOTAL GENERAL (kcal/1000 l de etanol):</b>		<b>5434702</b>	<b>1744</b>
<b>Energía del bioetanol:</b>		<b>5609736</b>	<b>1683</b>
<b>Rendimiento:</b>		<b>1.03</b>	<b>0.96</b>
<b>Productos secundarios:</b>			
DDG (kg)	(m)	943	4704480
Energía total (bioetanol+DDG):			10314216
<b>Rendimiento final:</b>		<b>1.90</b>	
litros de bioetanol equiv a 1l de gasolina		1.52	2648
Emissiones de CO <sub>2</sub> del bioetanol respecto del gasoil			<b>1.04</b>
Considerandolas emisiones por la extraccion y refinado del petróleo ( de CO <sub>2</sub> /l de gasolina)			<b>0.95</b>

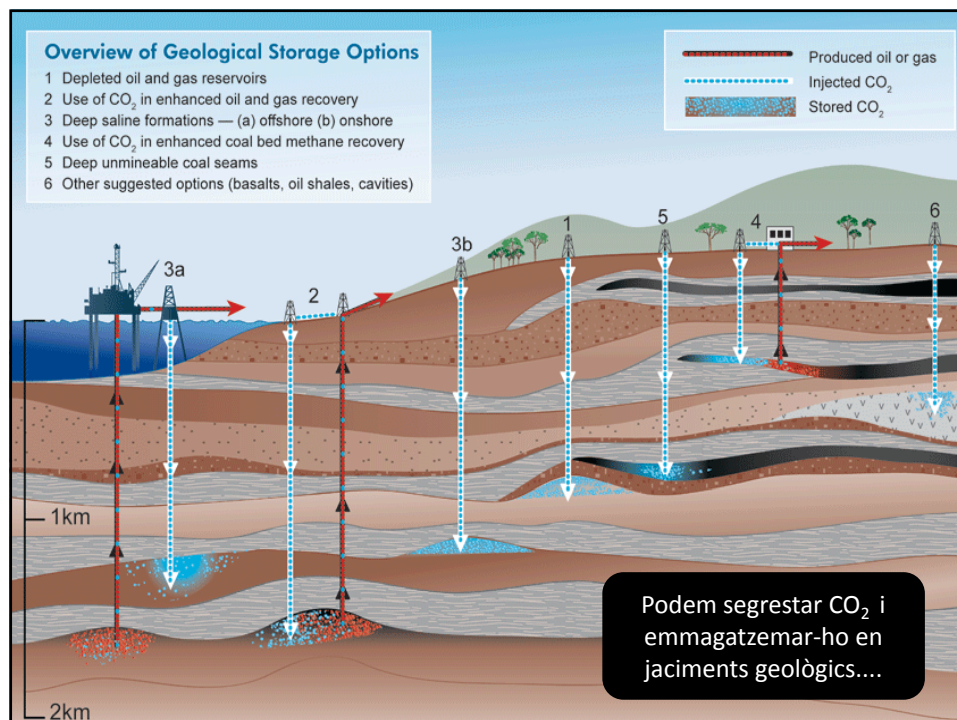
<b>La producción de etanol de maíz en cifras</b>			
de cultivo de maíz produce anualmente	8976	kg de grano	
que permiten producir	3141	litros de etanol	
<b>1000 l de etanol:</b>			
Para producir 1000 litros de etanol se requieren	0.32	hectáreas	
que producen	2857	kilos de grano de maíz	
con un consumo energético de	1638	Mcal en el cultivo	
el proceso industrial consume	3797	Mcal más	
<b>Producir 1000 l de de etanol cuesta en total</b>	<b>5435</b>	<b>Mcal</b>	
La energía contenida en los 1000 litros de etanol equivale a	5610	Mcal	
La producción de etanol representa	1.03	veces la energía invertida	
<b>o sea que el balance neto de energía es de un</b>	<b>3</b>	<b>por ciento</b>	
Los residuos de la destilación DDGS contienen	4704	Mcal más	
Si se aprovechan estos co-productos, el rendimiento se eleva a	1.90	veces la energía invertida	
En el cultivo se emiten	605	kg de CO <sub>2</sub>	
En el proceso industrial se emiten	1139	kg de CO <sub>2</sub>	
<b>En la producción de 1000 litros de etanol se emiten</b>	<b>1744</b>	<b>kg de CO<sub>2</sub></b>	
Para producir la energía en el coche equivalente a 1 litro de gasolina se requieren	1.52	litros de etanol	
que contienen	8518	kcal de de gasolina	
en su producción se han invertido	8252	kcal	
La combustión en el motor del coche de 1 litro de gasolina supone la emisión a la atmósfera de	2555	kg de CO <sub>2</sub>	
En la producción y procesado del etanol se han emitido	2648	kg de CO <sub>2</sub>	
Con lo que el supuesto ahorro de emisiones significa que cada litro de gasolina que se substituye por etanol de maíz emite	93	g más de CO <sub>2</sub> a la atmósfera	

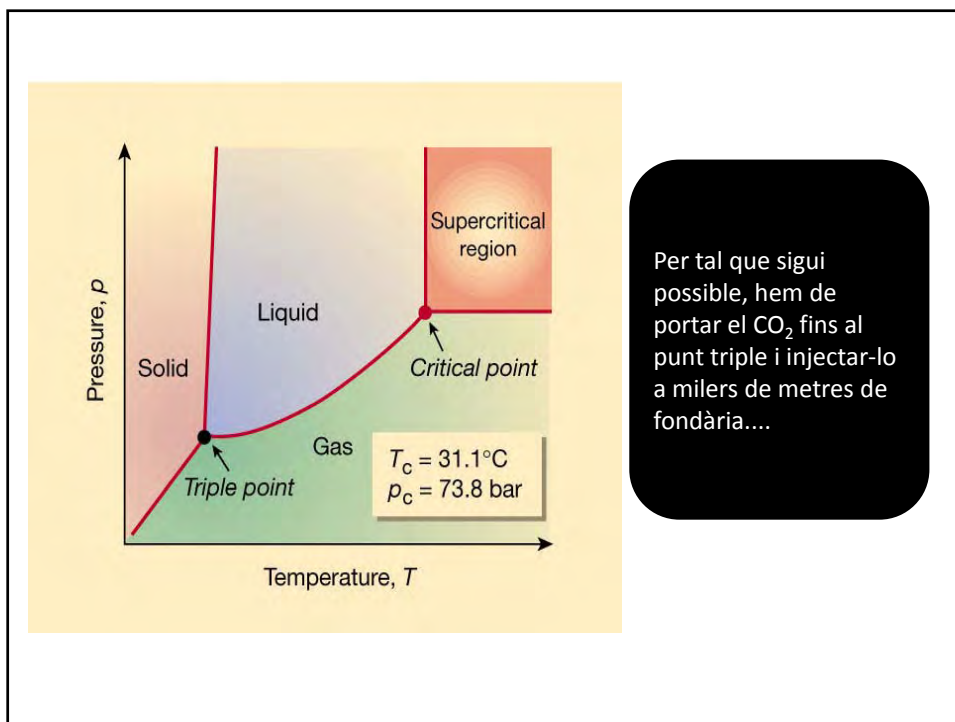
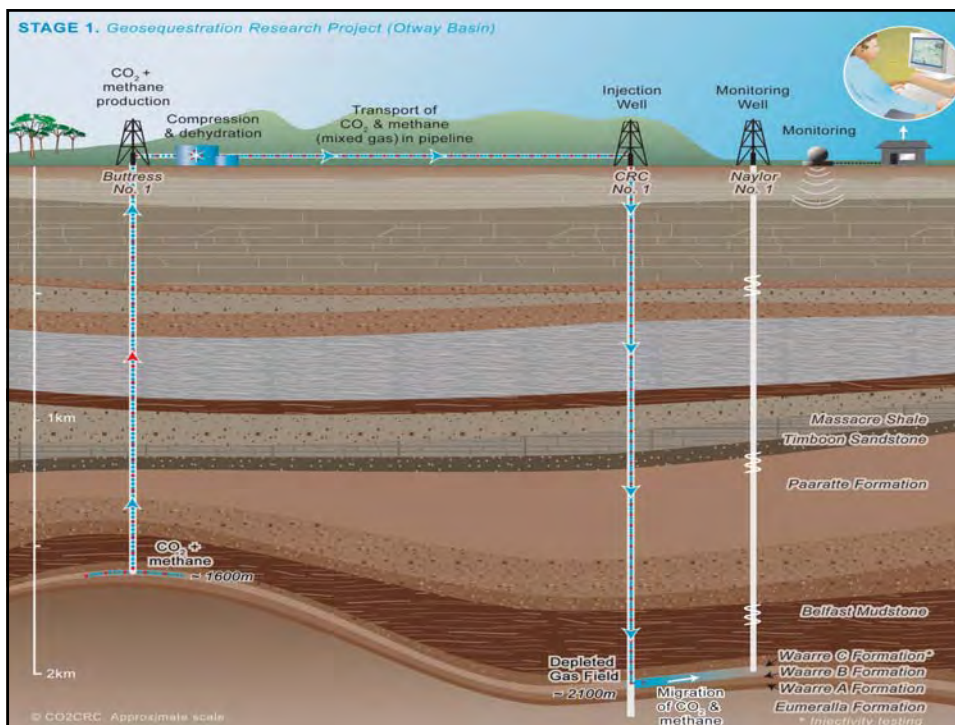


La fe en la tècnica...

Trobarem alternatives tecnològiques que ens ajudaran a superar els problemes tal i com ha passat sempre en el passat.

La base del problema no és la tecnologia. Qualsevol sol·lució tecnològica comporta una inversió energètica que no fa res més que agreujar el problema...





Quin és el cost (en termes d'energia = generació de CO<sub>2</sub>) de portar el gas al punt crític i injectar-lo a milers de metres de profunditat?

Profundes implicacions sobre l'ecosistema forestal.

Aprofitament de la biomassa

Ni ajuden a estalviar energia, ni redueixen les emissions de CO<sub>2</sub>

Biocombustibles

Is the economy, stupid!\*

Tecnologia sofisticada per segrestar el CO<sub>2</sub>

A quin cost energètic?

Cost energètic-emissions de CO<sub>2</sub>,  
Un peix que es mossega la cua.

\*James Carville, assessor de Bill Clinton en la campanya presidencial de 1992

