LOS BIOCARBURANTES EN EL CONTEXTO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

Mercedes Ballesteros
CIEMAT
9 de mayo, 2019

CIEMAT

Organismo Público de Investigación dependiente del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades a través de la Secretaría General de Coordinación de Política Científica

GOBIERNO DE ESPAÑA

Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades

Secretaría General de Coordinación de Política Científica

CIEMAT

Centros Territoriales

Plataforma Solar Almería (PSA)

Centro para el Desarrollo de Energías Renovables (CEDER)

Centro Computación CETA – CIEMAT

Centro Investigación Socio-Técnica (CISOT)

Centro Investigación Estudios Derecho Ambiental (CIEDA)

Organigrama

Director General
Carlos Alejaldre Losilla

Secretaría General
Julio Cárabe López

S.G. de Relaciones Inst. y Transferencia del Conocimiento
Margarita Vila Pena

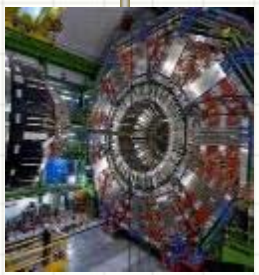
S.G. de Seguridad y Mejora de las Instalaciones
Lina Rodríguez Rodrigo

Departamento de Tecnología
José Manuel Pérez Morales

Laboratorio Nacional de Fusión
Joaquín Pedro Sánchez Sanz

Departamento de Energía
María Luisa Castaño Marín

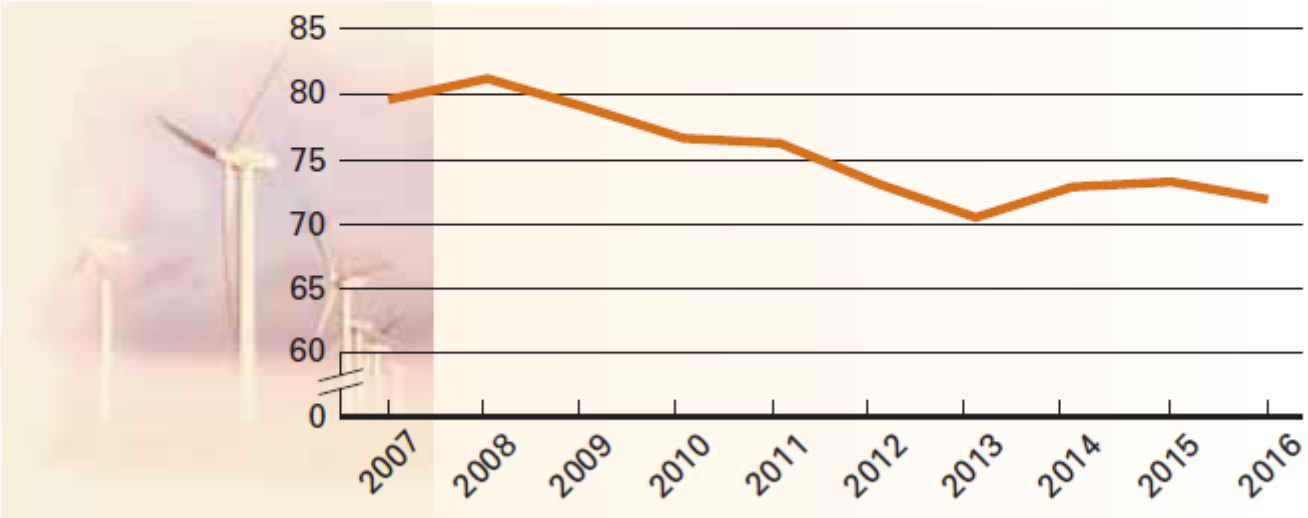
Departamento de Investigación Básica
Nicanor Colino Arriero



Departamento de Medio Ambiente
Yolanda Benito Moreno

EVOLUCIÓN DE LA DEPENDENCIA ENERGÉTICA EN ESPAÑA

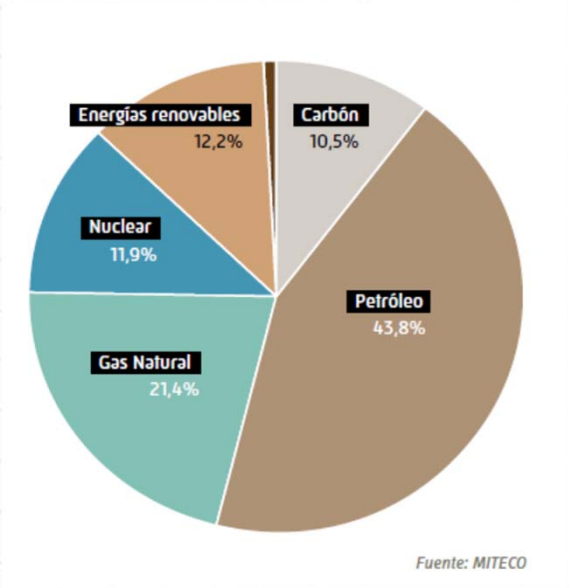
Dependencia energética* (%)



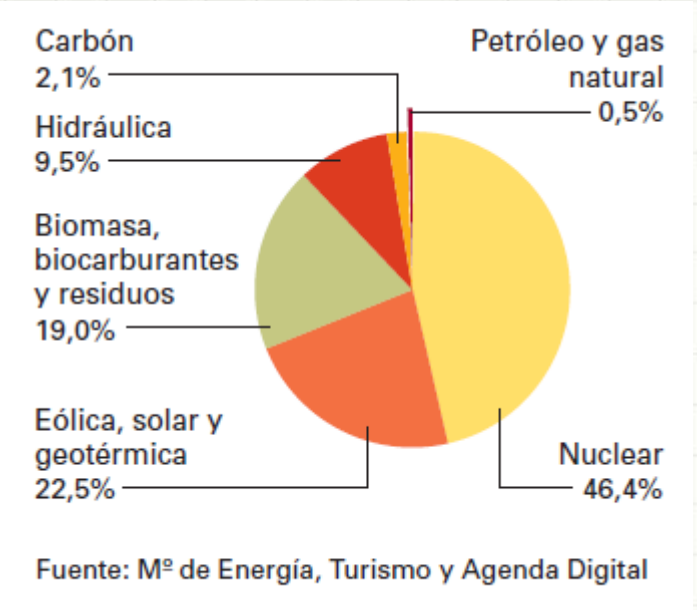
* El indicador muestra la proporción de las necesidades energéticas interiores totales que son satisfechas por las importaciones procedentes de otros países

Fuente: Eurostat

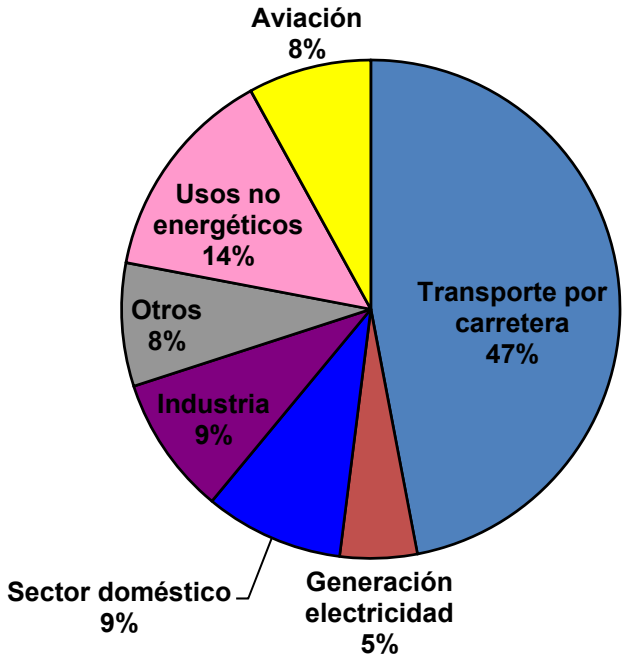
CONSUMO ENERGÍA PRIMARIA ESPAÑA 2017



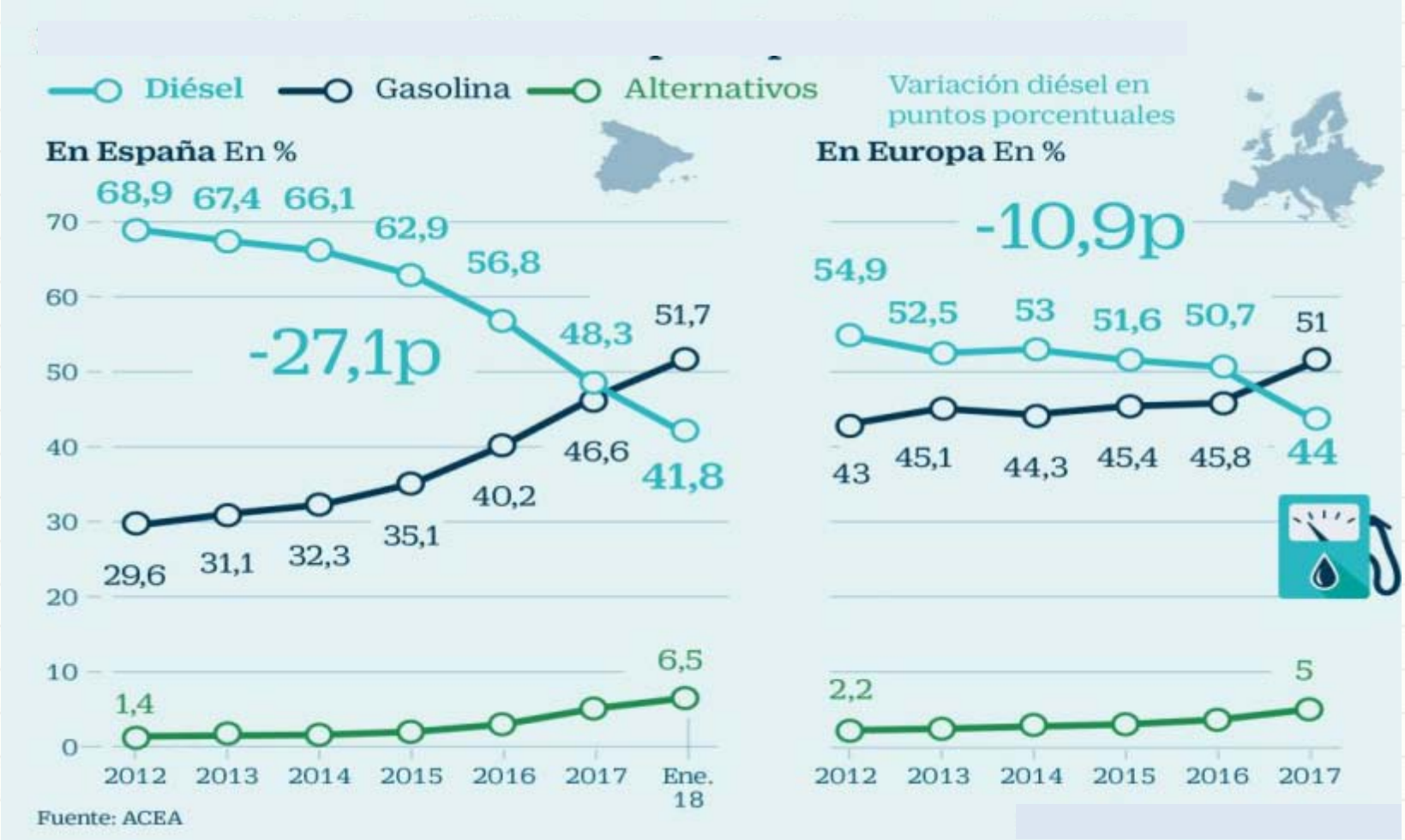
PRODUCCIÓN INTERIOR DE ENERGÍA ESPAÑA 2017



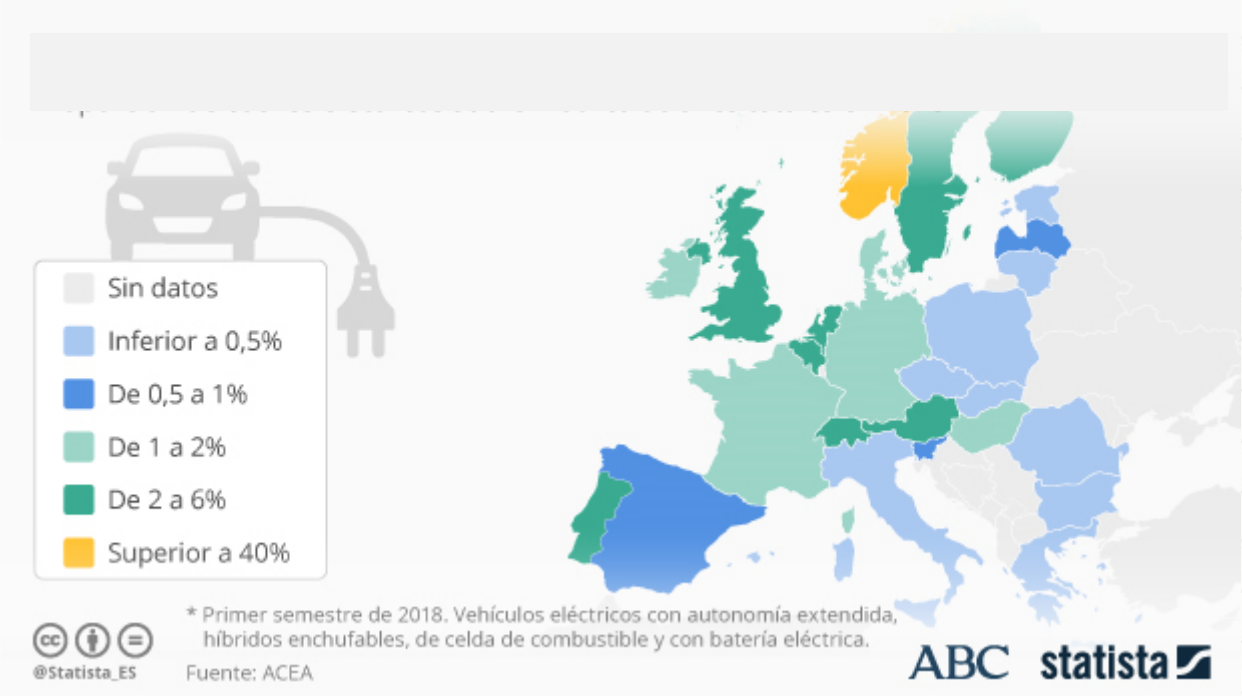
Utilización de productos petrolíferos por sectores



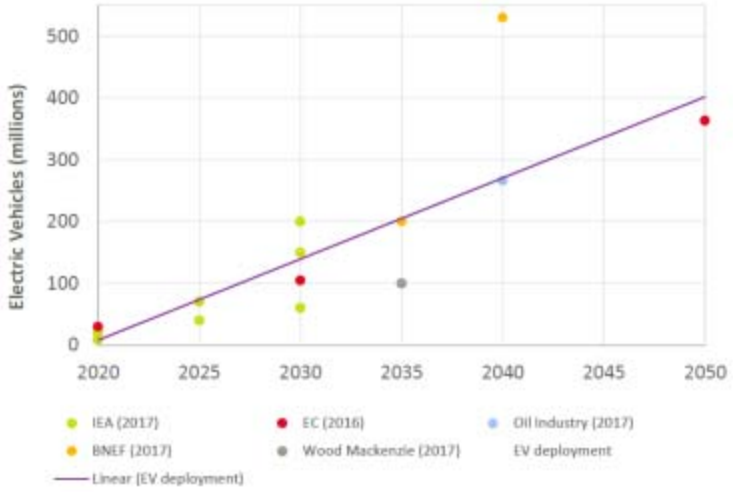
NUEVOS VEHÍCULOS POR TIPO DE COMBUSTIBLE



PROPORCIÓN DE COCHES ELÉCTRICOS SOBRE MATRICULACIONES TOTALES EN 2018



COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS PARA EL TRANSPORTE



Fuente: IEA: Global EV outlook 2016

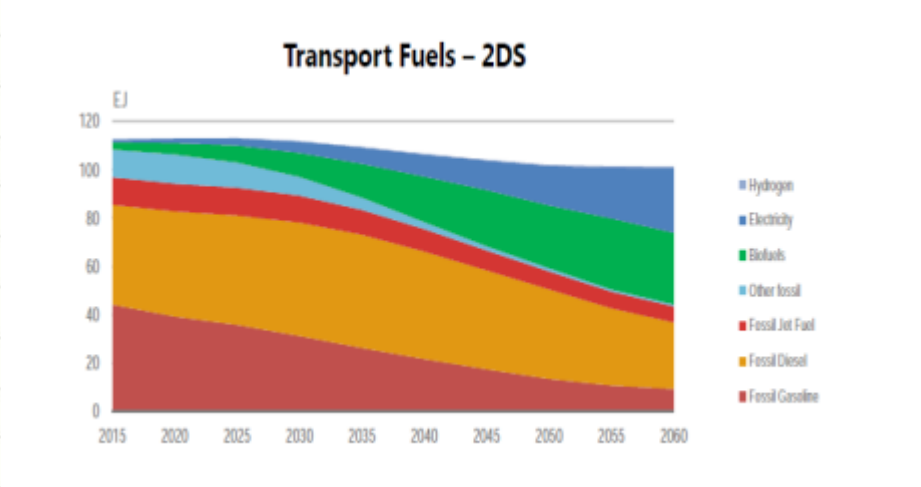
- Incluso para transporte ligero la electrificación llevará tiempo.
- Más del 70% de los vehículos no serán eléctricos en 2050.

- Los Biocombustibles pueden atender al sector del transporte por superficie, aéreo y marino.
- Los biocombustibles líquidos son completamente compatibles con los vehículos y las infraestructuras existentes

	Road						Air	Rail	Water		
Range	Urban	Medium	Long	Short	Medium	Long			Inland	Short sea	Maritime
Natural gas					LNG	LNG	✗		LNG	LNG	LNG
Electricity		✗	✗		✗	✗	✗			✗	
Biofuels											
Hydrogen						✗	✗			✗	

Fuente: Marc Steen/JRC 2014

BIOCOMBUSTIBLES: UNA OPCIÓN IMPORTANTE EN UN PORTFOLIO DE SOLUCIONES



Fuente: IEA. WEO, 2016

- Los biocarburantes, junto con la mejora de la eficiencia de los motores y la electricidad renovable, pueden suministrar el 30% de la demanda de energía final en el transporte en 2060.

- Actualmente el 3.1 % del transporte mundial es renovable
- 90% Biocarburantes
- 10% Electricidad

TIPOS DE BIOCARBURANTES

Biometanol: producido a partir de biomasa

Biodimetiléter: producido a partir de biomasa

BioETBE: producido a partir de bioetanol (fracción que computa 47%)

BioMTBE: producido a partir de bioetanol (fracción que computa 36%)

Biocarburantes sintéticos: hidrocarburos a partir de biomasa

Biohidrógeno: a partir de biomasa

Aceite vegetal puro: sin modificación química

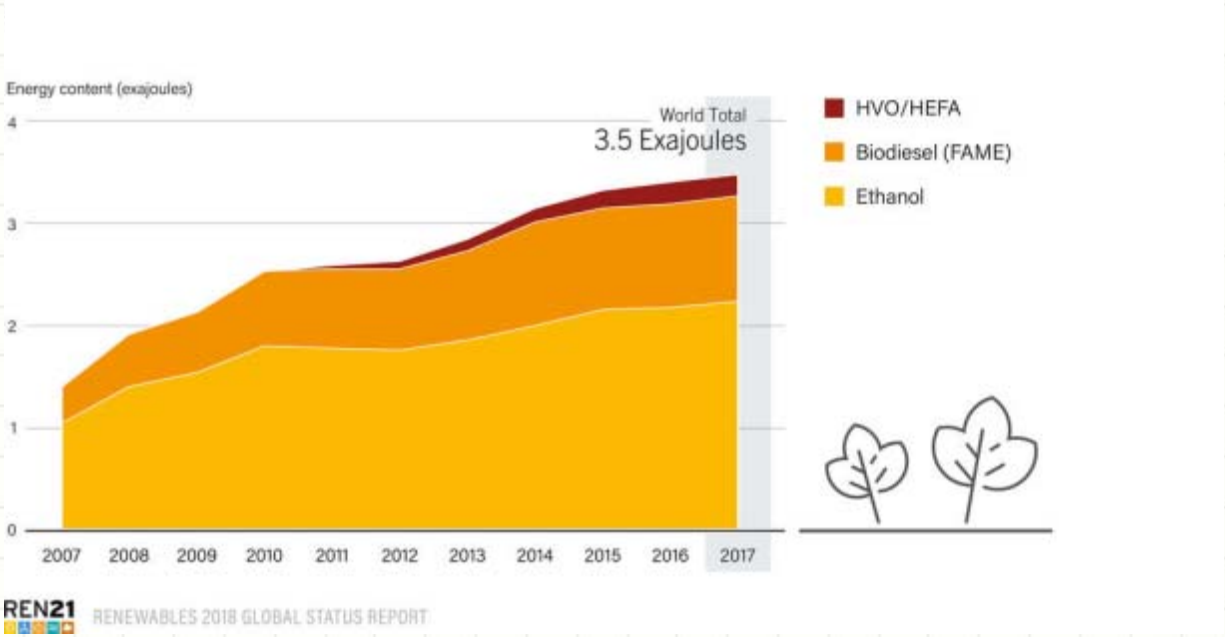
Bioetanol: a partir de biomasa o la fracción biodegradable de residuos

Biodiesel: éster metílico de aceites vegetales o grasas animales

Biogás: a partir de biomasa o la fracción biodegradable de los residuos

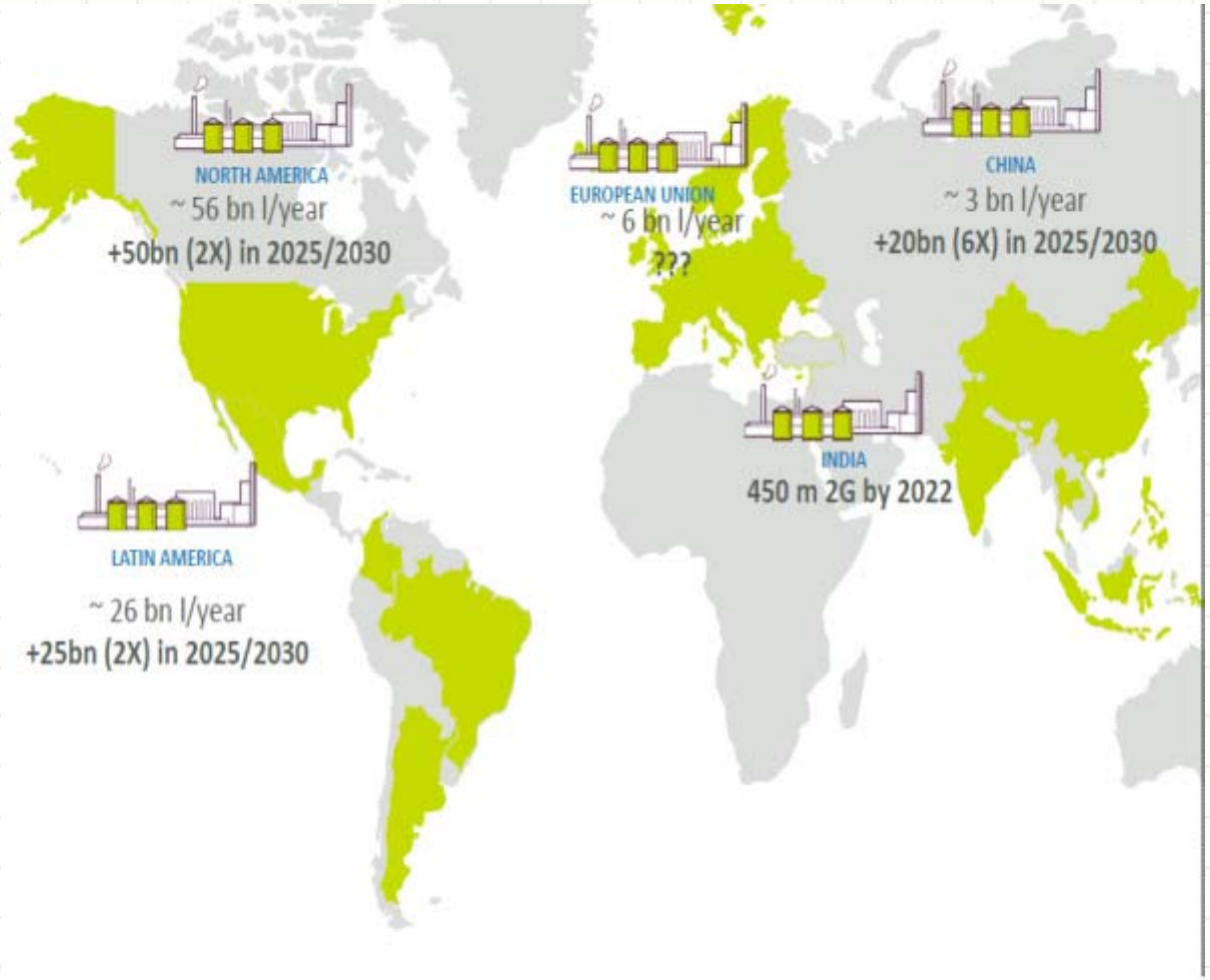
Hidrobiodiésel: Aceite vegetal hidrotratado

EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOCARBURANTES EN EL MUNDO



- 65% bioetanol
- 29% biodiésel
- 5% hidrobiodiésel
- 1% biometano

EL BIOETANOL YA TIENE UN GRAN IMPACTO Y CONTINUARÁ CRECIENDO



Producción total actual.

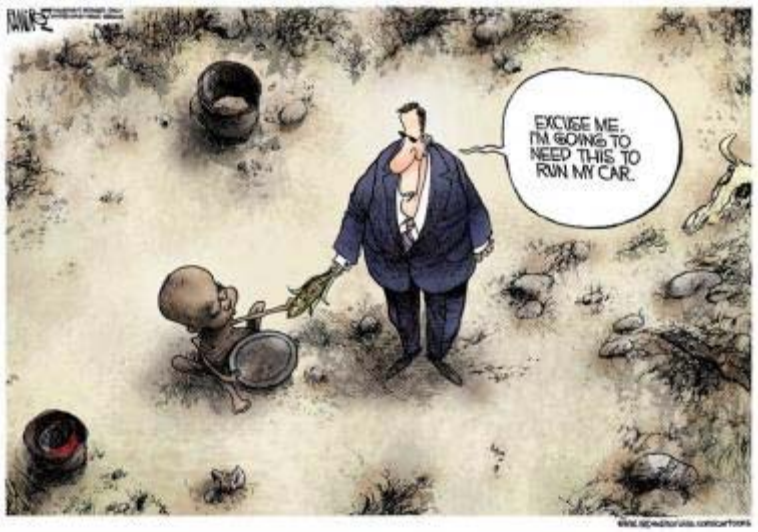
- 90 billones de litros al año.
- 17 millones de coches de etanol.
- 72 millones de toneladas de CO_2.

Con las políticas actuales la producción mundial de etanol se duplicará en 2030.

INDUSTRIA ACTUAL DE BIOCARBURANTES BASADA EN CULTIVOS TRADICIONALES

- Materias ricas en azúcar: maíz, caña de azúcar, cereal, remolacha
- Oleaginosas: soja, colza, girasol, palma

MATERIA PRIMA EN COMPETENCIA CON LOS PRODUCTOS ALIMENTARIOS

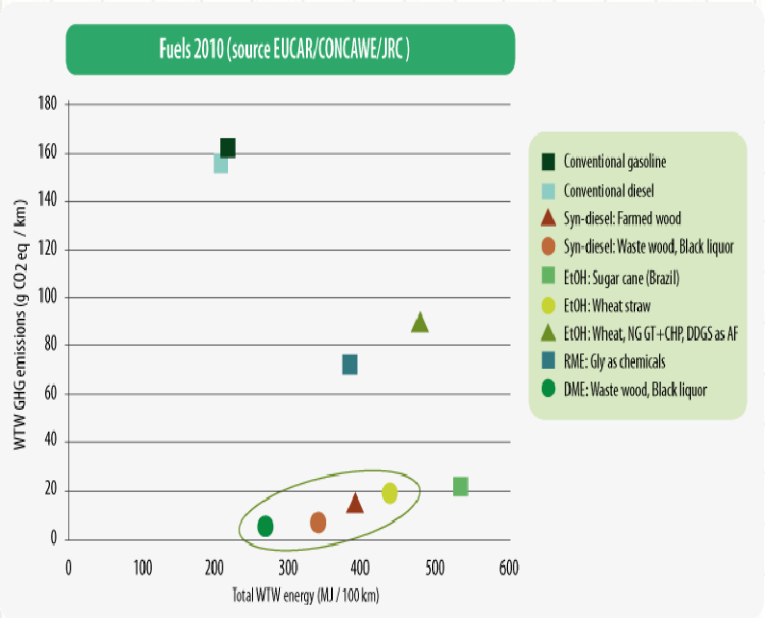


Y AUNQUE HAY QUE ACABAR CON LOS FALSOS MITOS…

- Materias primas alimentarias siempre malas/ cultivos energéticos y residuos siempre buenos. No es tan simple.
- Alcanzar soluciones que reconcilien la producción de alimentos y energía. No es imposible.
- Los biocombustibles solo utilizan 2-3% de la tierra arable. Este porcentaje podría elevarse al 5-6% en las próximas décadas (intensificación, uso de los subproductos, …). Hay suficiente tierra disponible

Fuente: FAO, 6ICLE, 2017

PARA LOGRAR LOS REQUERIMIENTOS DE MERCADO Y MAYORES REDUCCIONES DE GEI HAY QUE AVANZAR EN EL DESARROLLO DE BIOCARBURANTES AVANZADOS.



OBJETIVOS PARA EL SECTOR DEL TRANSPORTE DE LA DIRECTIVA (UE) 2018/2001 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables. RED II

Al menos, el 14% de los combustibles para transporte deben provenir de fuentes renovables para 2030.

- Los biocombustibles basados en cultivos se limitan a los niveles de 2020 pero no pueden exceder el 7%.

- Objetivos mínimos para los biocombustibles avanzados: 0,2% en 2022, 1% en 2025 y 3,5% en 2030.

- Cultivos alimentarios (como el aceite de palma) que supongan un alto impacto de cambio indirecto de utilización de la tierra (ILUC) serán suprimidos de manera gradual a través de un proceso de certificación para biocombustibles con ILUC bajo.

¿QUÉ SON LOS BIOCARBURANTES AVANZADOS?

Biocarburantes obtenidos a partir de:

Residuos agrícolas (paja cereal, podas de cultivos arbóreos), residuos forestales (leña, ramas y matorrales del tratamiento silvícola), **residuos orgánicos** (restos vegetales que se generan por los cultivos agrícolas).

Residuos Ganaderos: Residuos generados en las explotaciones ganaderas intensivas (estiércol, purines y gallinaza).

Residuos y subproductos industriales: Subproductos y desechos de origen orgánico generados por la industria. Principalmente de los sectores agroalimentario, maderero y textil.

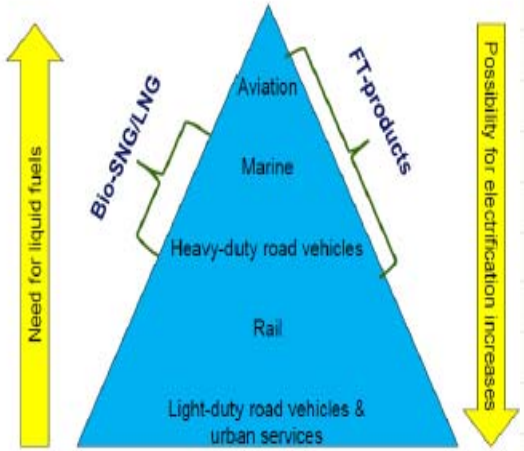
Residuos urbanos. Aguas residuales, los residuos sólidos urbanos, los aceites de fritura y los residuos vegetales de zonas verdes.

Cultivos energéticos: Biomasa producida expresamente con la finalidad de producir energía (plantaciones de corta rotación, *Brassica carinata*, etc.)

CAMBIOS EN EL PAPEL DE LA BIOMASA HACIA 2050

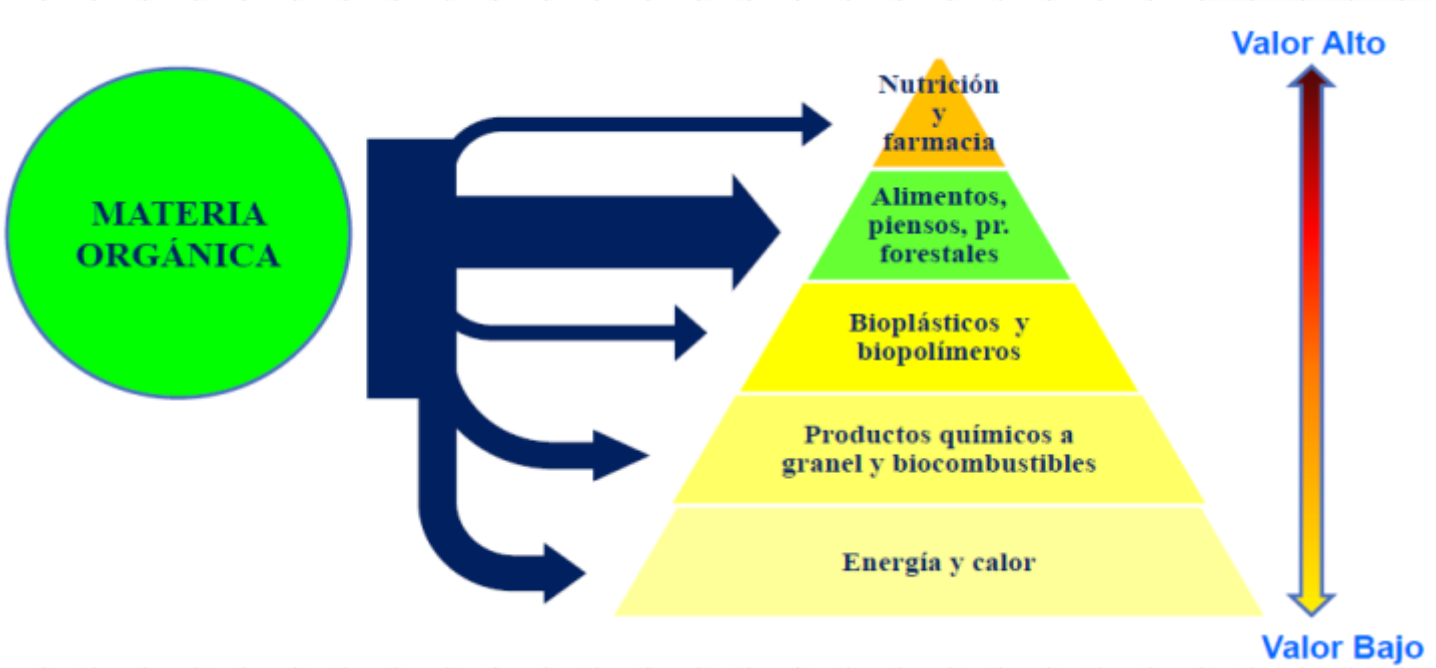
Usar la biomasa en sectores que no pueden ser cubiertos por otras fuentes renovables

- High value feedstock for the biobased economy
  - Production of chemicals and materials
  - Connect agro and chemistry sectors
- Sustainable fuel
  - Aviation
  - Shipping
  - Heavy duty road transport
  - High-temperature heat
  - Residential heating (e.g. gas in old cities)
  - Back-up power supply and to cover intermittency problems
  - In combination with CCS enable negative GHG emissions (CO_2 sink)



Source: Nils-Olof Nylund, IMECHE Future Fuels, 2016

Gran desafío científico-tecnológico para lograr procesos productivos que supongan una mejor utilización de la biomasa y una mejor transformación de esta en alimentos, bioproductos y **bioenergía**.

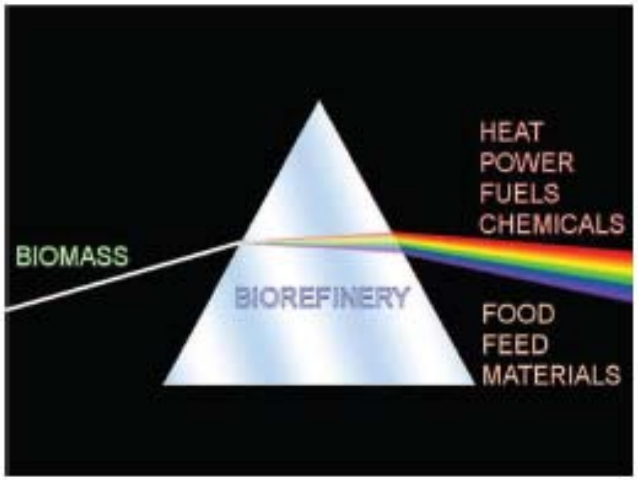


APROVECHAMIENTO EN CASCADA DE LA BIOMASA

CONCEPTO DE BIORREFINERÍA

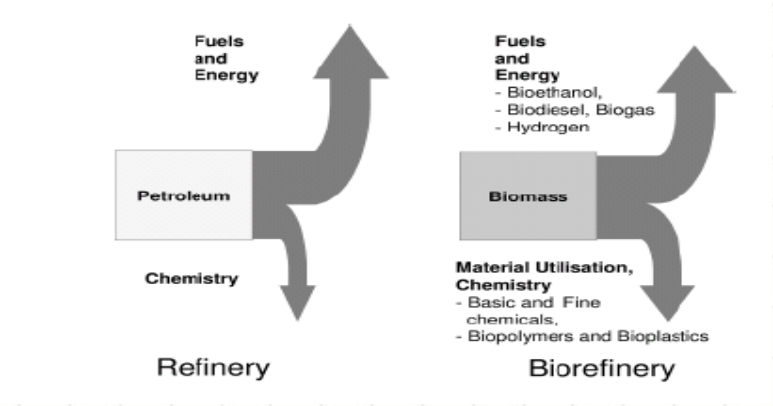
La tarea 42 de la Agencia Internacional de la Energía (Bioenergía) ha establecido la siguiente definición:

Biorefinery is the sustainable processing of biomass into a spectrum of marketable products and energy



Re-examinar la economía “petroquímica” : BIORREFINERÍA

La transformación de biomasa a gran escala requiere esquemas muy diferentes del actual basado en el uso de los hidrocarburos.



Refinerías convencionales:

- Combustibles de transporte, electricidad y productos químicos de alto valor añadido (aproximadamente el 5%).
- Abastecimiento no sujeto a estacionalidad
- Tecnologías optimizadas y maduras

Hay que redefinir:

- los centros de producción (zonas rurales y países dotados en recursos naturales),
- los modelos de consumo (nuevos productos y valorización de los residuos) ,
- los impactos de la actividad humana en el medio ambiente (explotación de recursos renovables como materia prima.

LIMITACIONES/DESAFÍOS TECNOLÓGICOS

- Demostrar el potencial para el escalado e integración de las nuevas tecnologías dentro de las existentes.
- Crear confianza en los usuarios finales en el uso de los bioproductos y biomateriales que se obtengan en las biorrefinería.

Petroquímica:

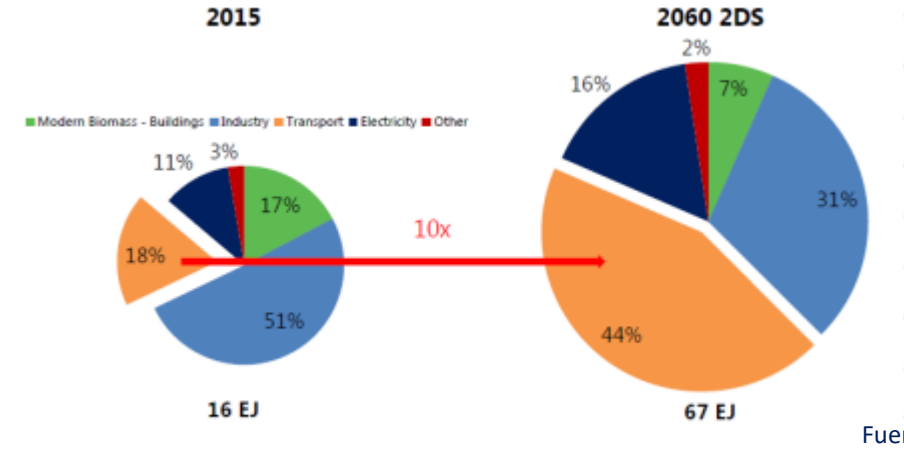
- **Simple: Compuestos reducidos**
- **Procesos optimizados y muy maduros**
- **Los usuarios finales los conocen y confían**

VS

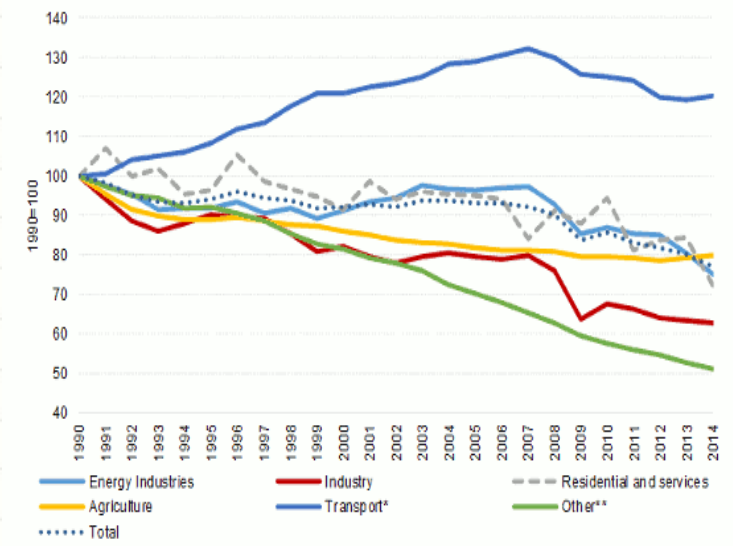
Biomasa:

- **Complejos: Compuestos químicos oxidados.**
- **Procesos emergentes y tecnologías no optimizadas**
- **Hay que crear confianza en los usuarios finales**

EL CRECIMIENTO EN EL USO DE LA BIOMASA MODERNA SE CONCENTRARÁ EN TRANSPORTE



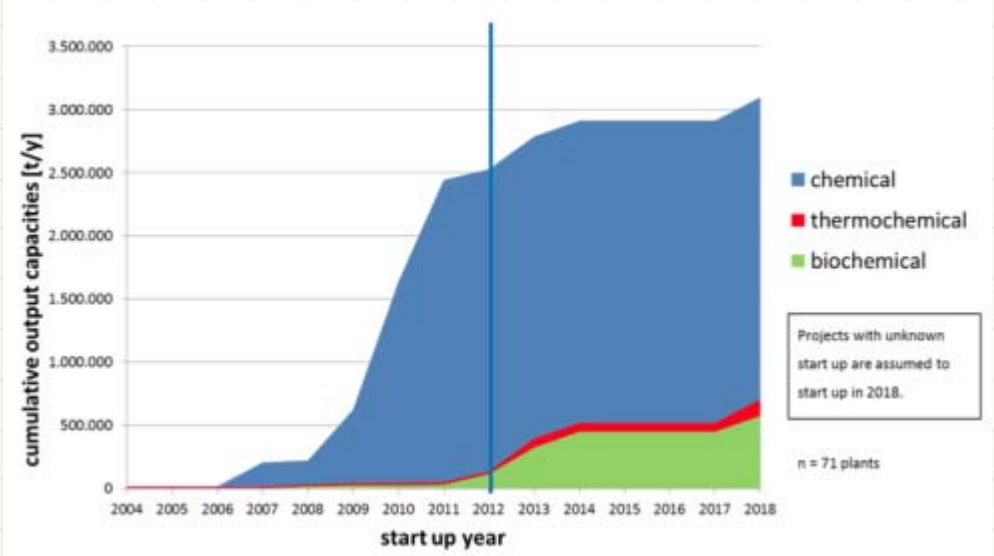
Fuente: IEA. WEO, 2016

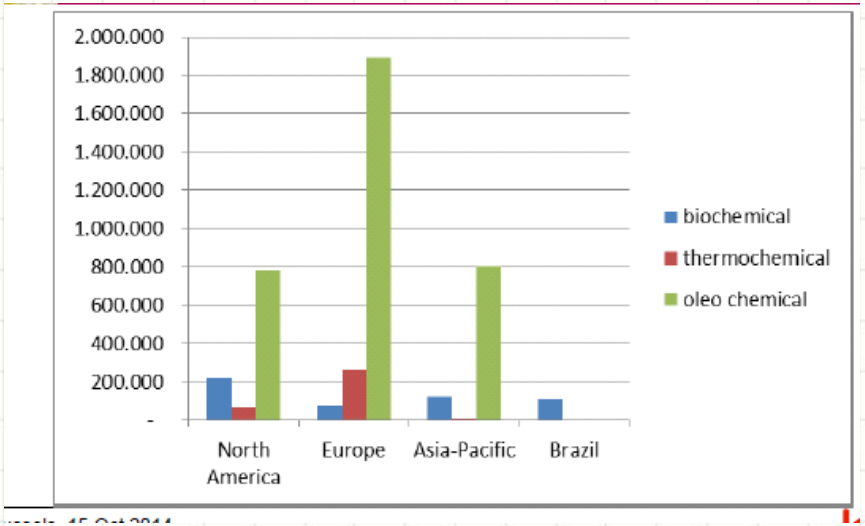


Fuente: EEA

- El transporte representa el 25% de las emisiones de GEI en la UE.
- No ha reducido sus emisiones como otros sectores.
- Necesidad imperiosa de descarbonización del sector transporte
- Incremento de la presión regulatoria

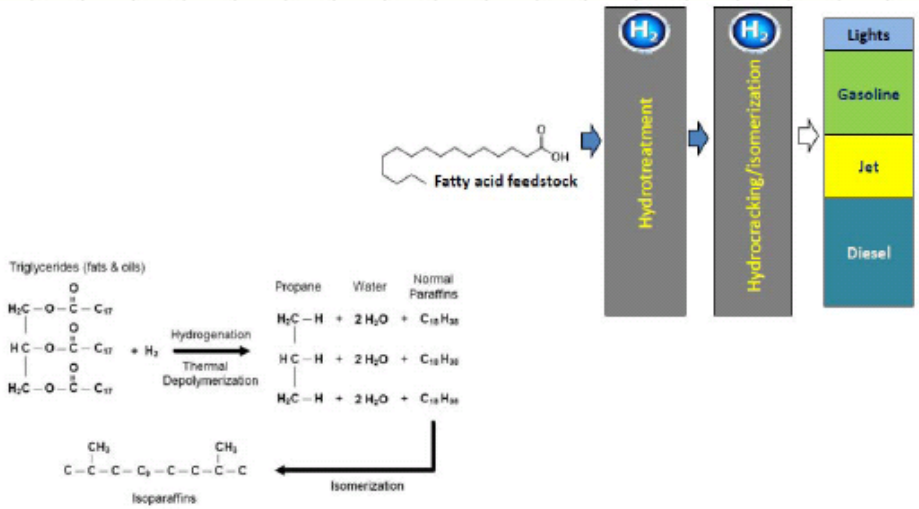
CAPACIDAD ACUMULADA DE PRODUCCIÓN DE BIOCARBURANTES AVANZADOS





Fuente: IEA, Bioenergy Task 39

Hidrotratamiento de ésteres y ácidos grasos
Tecnologías oleoquímicas



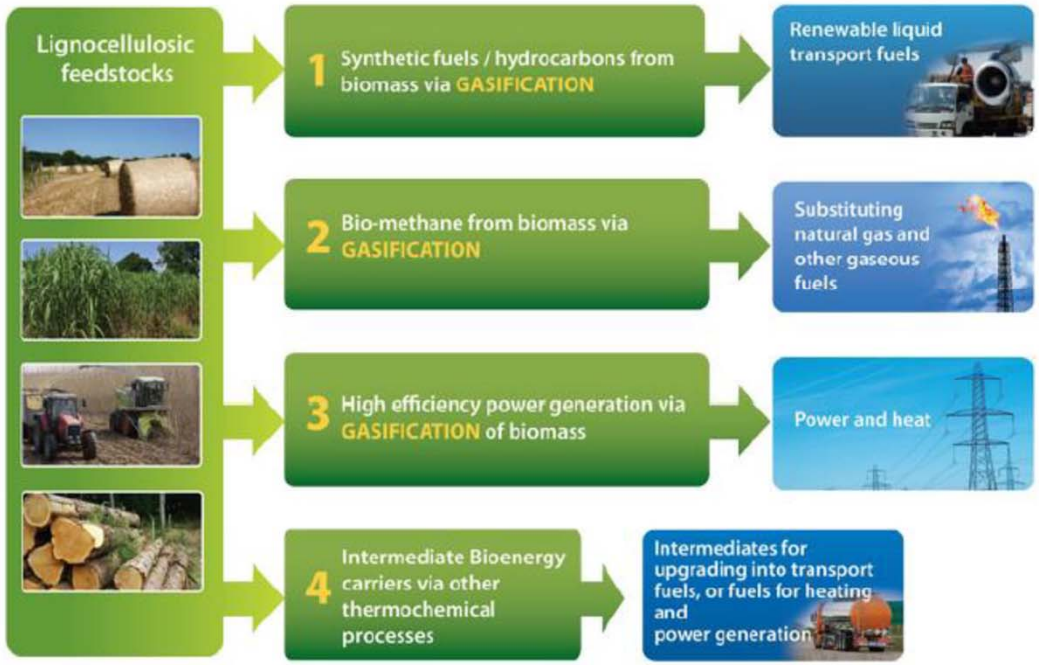
Hidrogenación de los dobles enlaces olefínicos presentes en los triglicéridos del aceite vegetal y rotura de la molécula del triglicérido con la producción de propano y ácidos grasos.

Posterior transformación final en hidrocarburos por descarboxilación, decarbonilación e hidrodesoxigenación.

PLANTAS OLEOQUÍMICAS EN OPERACIÓN

Company	Country	Capacity [t/y]	Start-up
Neste Oil	Singapore	800.000	2010
Neste Oil	Netherlands	800.000	2011
ENI	Italy	500.000	2014
Diamond Green Diesel	United States	412.000	2014
REG Geismar	United States	225.000	2010
Neste Oil	Finland	190.000	2007
Neste Oil	Finland	190.000	2009
UPM Biofuels (under commissioning)	Finland	100.000	2014/15

Thermochemical & chemical conversion value chains



CADENAS DE VALOR MÁS PROMETEDORAS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOCARBURANTES AVANZADOS

Thermal biomass gasification – state of the art

- Biomass gasification commercially available (100 kWth up to 100 - 300 MWth scale)
- Market implementation limited mainly to relatively simple power and heat applications
- Biomass-gasification-based production of transportation fuels or chemicals has not yet had commercial breakthrough
- This is due to both technical challenges and non-technical issues:
  - Syngas cleaning/upgrading/synthesis processes are complex and require rather large scale in order to achieve positive economics
  - Technical uncertainties and availability risks
  - Difficulties in financing the first-of-a-kind industrial plants
  - Binding targets for renewable fuels missing
- Many possibilities for improvement in terms of overall biomass conversion efficiency, complexity, availability, reliability, CAPEX and OPEX

Thermal gasification to biofuels

Developer/project		Feed	Year	Cap. MWth	Type	Status
Ambigo	NL	LC biomass		4 SNG	Demo	Plan.
Bioliq (KIT)	DE	PO+char	2013	5 feed	Demo	Op.
BioTFueL	DE/FR	Torr. agri resid.	2017	15 feed	Demo	Com.
Enerkem	CA	RDF	2014	30 EtOH	1st ind.	Com.
	NL	Plastic waste		220 MeOH	Comm.	Plan.
EON Bio2G	SE	LC biomass		200 SNG	1st ind.	Plan.?
Fulcrum	USA	RDF		50 BTL	1st ind.	Plan.
Gobigas	SE	LC biomass	2013	20 SNG	1st ind.	Idle
GoGreenGas	UK	RDF	2018	4 SNG	Demo	Constr.
GTI	USA+	LC biomass	2009	2 BTL	Demo	Op.
Kaidi Ajos	FI/CN	LC biomass		300 BTL	1st ind.	Plan.
LTU Green Fuels	SE	Black liquor, PO	2009	1 DME	Demo	Idle
Red Rock	USA	LC biomass		75 BTL	1st ind.	Plan.
Sekisui/Lanzatech	JP/NZ	MSW	2013	EtOH	Pilot	†2017

Source: Lars Waldheim & Francisco Girio, ETIP Bioenergy 2018

Pyrolysis Technologies

- **Fast pyrolysis** → gasification or co-gasification with e.g. black liquor→synthesis to biofuel product (KIT, LTU)
  - Bio-oils with low quality due to high water content (~25%); unstable
- **Fast pyrolysis → (stabilization) → co-feed to refinery Fluid Catalytic Cracking (FCC)** (UOP, PetroBras; Repsol, Grace).
  - Still under tests.
- **Fast pyrolysis → stabilization → Hydrodexygenation and Hydrocracking** (BTG Biomass Technology Group BV (BTG), US Department of Energy - Pacific Nortwest National Laboratory (PNNL)).
- **Catalytic pyrolysis → Hydrodexygenation and Hydrocracking** (Anellotech, Center for Research & Technology Hellas (CERTH)).
- **Hydropyrolysis (hydrogen + catalysts) → Hydrodesulphurization + Dearomatization** (Gas Technology Institute (GTI)/ CRI Catalyst Company (CRI)).

Pyrolysis, catalytic pyrolysis and hydropyrolysis to biooils

Company	Site	Feed	Year	Cap. ML/yr	Type	Status
Empyro (BTG)	NL	Wood resid.	2015	20	1st ind.	Op.
Ensyn	CA	Wood resid.	2006, 15	20	Com.	Op.
Fortum	FI	Wood resid.	2014	50	1st ind.	Op.
Bioliq (KIT)	DE	Agri resid.	2010	2	Demo	
Metsä	SE	Wood resid.	2022	22	Com.	Plan
Catalytic pyrolysis						
Anellotech	USA	Wood resid.	2018	n.a.	Pilot	Op.
Fraunhofer Inst.	DE, UK	Various	2015	7 tpd feed	Pilot	Op.
Hydropyrolysis						
IH2	USA, IN	Wood resid.	2017	5 tpd feed	Demo	Com.
G4 Insights	USA	Wood resid.	2017	0.1 tpd feed	Pilot	Op.

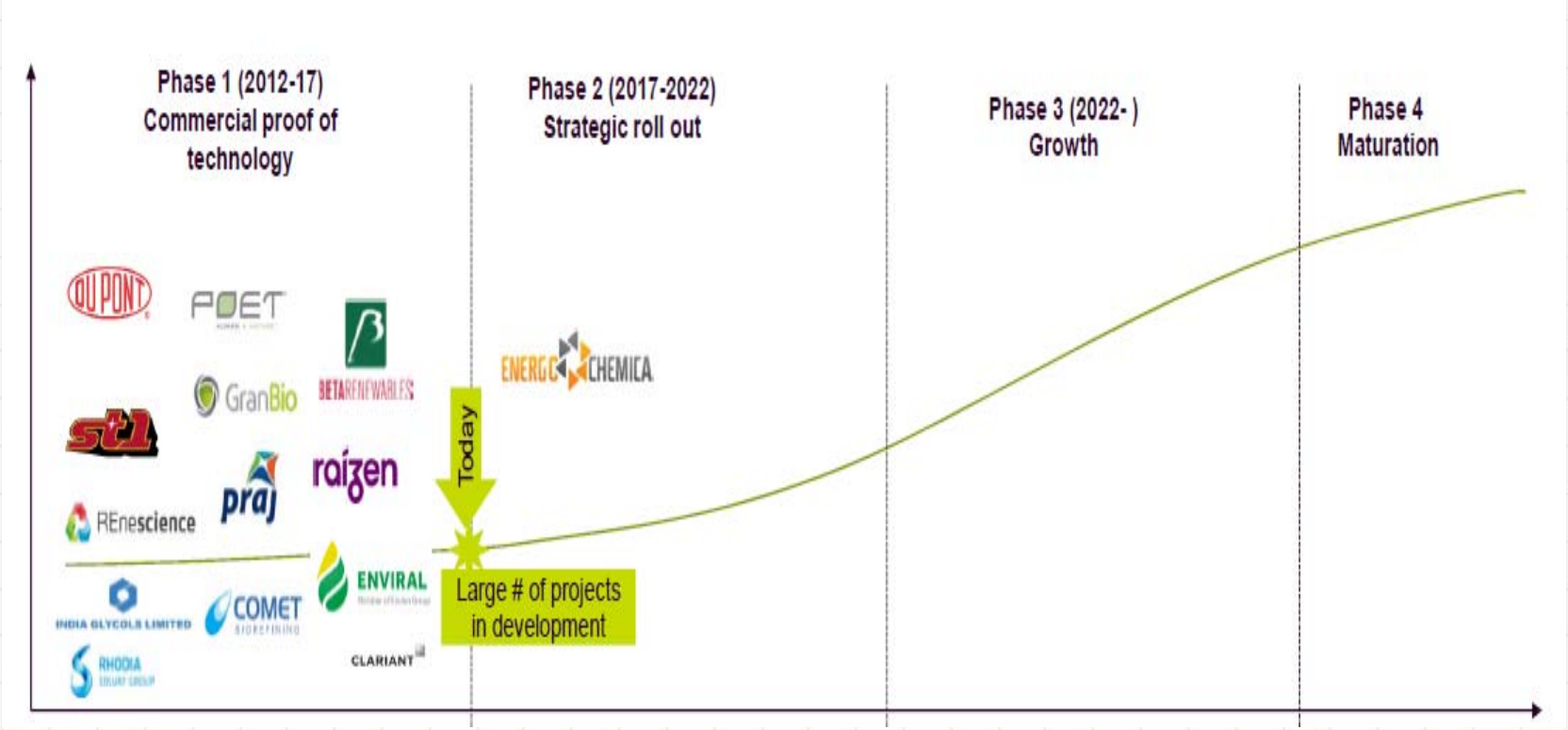
Source: Lars Waldheim & Francisco Girio, ETIP Bioenergy 2018

Lignocellulosic ethanol facilities

Company	Site	Feed	Year	ML/yr	Type	Status
Abengoa	ES	Agri res. MSW	2008	5	Demo	Idle
Beta Renew. Energochemic	IT SL	Agri resid. Agri resid.	2013 2017	76 70	1st ind. Comm	Idle? Constr.
CIMV	FR	Agri resid.	2017	0.9	Demo	Com.
Clariant	DE	Agri resid.	2012	1.2	Demo	Op.
DuPont	USA	Agri resid.	2016	114	1st ind.	Idle
Granbio	BR	Bagasse	2014	82	1st ind.	Com.
Futurol (pre-treatment)	FR	Agri resid.	2011 2016	0.18	Demo Demo	Op. Op.
Inbicon (Ørsted)	DK	Straw	2010	6	Demo	Idle
POET/DSM	USA	Agri resid.	2014	76	1st ind.	Com.
Raizen	BR	Bagasse	2015	40	1st ind.	Com.
Borregaard BALI	NO	Woody biom.	2013	0.14	Demo	Op.
RISE (ex. SEKAB)	SE	Woody biom.	2004	0.15	Pilot	Op.
STI	FI	Woody biom.	2017	10	Demo	Com.
Synata (ex. Abengoa)	USA	Agri resid.	2016	95	1st Ind.	Op. ?

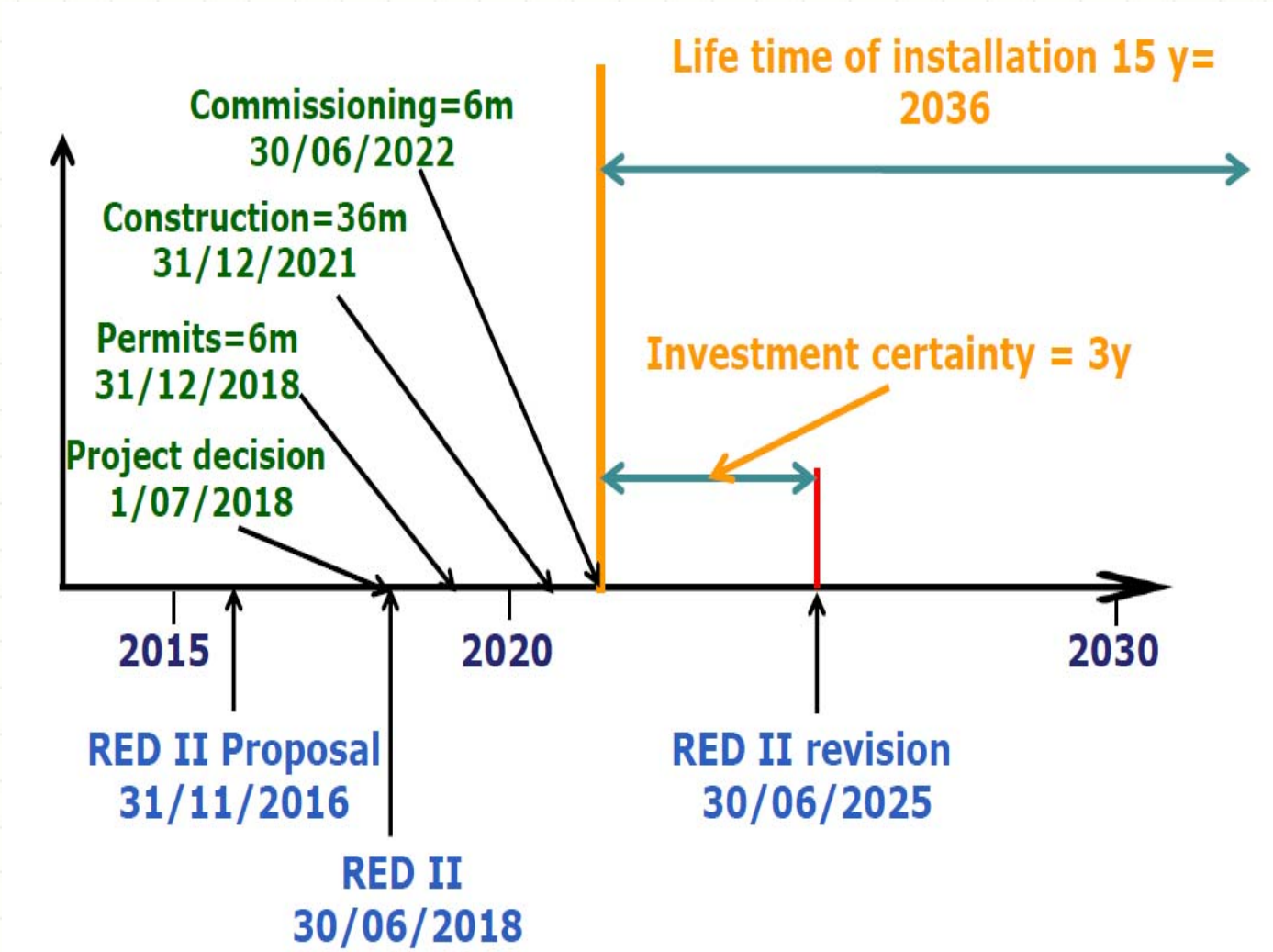
Source: Lars Waldheim & Francisco Girio, ETIP Bioenergy 2018

Estado del desarrollo de la tecnología de etanol celulósico



Hay 4 fases diferentes que se construyen una sobre otra: la industria ya está preparada para la fase 2

Tiempo necesario para construir una planta de biocombustibles avanzados



Fuente: DG ENER, 2016

Conclusiones

- Los biocarburantes son un elemento importante en el portfolio de medidas necesarias para un transporte de bajo carbono.

- Para alcanzar los requerimientos de mercado y tener unos ahorros de CO_2 se necesitan las nuevas tecnologías.

- Establecer marcos de políticas estables es vital para acelerar este desarrollo. Si queremos que los biocarburantes avanzados tengan un papel significativo en la decarbonización de sector del transporte en el 2030, cualquiera nueva iniciativa política debe proporcionar un marco estable hasta 2030.

Muchas gracias por la atención

m.ballesteros@ciemat.es