



CICLO DE JORNADAS
“Los ODS. Desafíos medioambientales para un planeta con futuro”

UCM, 20 de octubre de 2021



Tecnologías de captura, transporte, almacenamiento y usos y transformación del CO₂.



“Tecnologías CAUC”



Rosa M^a Alonso López

Secretaria Técnica de PTECO₂

www.pteco2.es





Índice

- **ODS 13. Acción por el Clima**
- **Tecnologías de captura, transporte, almacenamiento y usos y transformación del CO₂: “Tecnologías CAUC”**
- **Principales capacidades de CAUC en España**
- **La Plataforma Tecnológica Española del CO₂ (PTECO₂)**

1) ODS 13. Acción por el Clima: Emisiones de GEI: UE y España

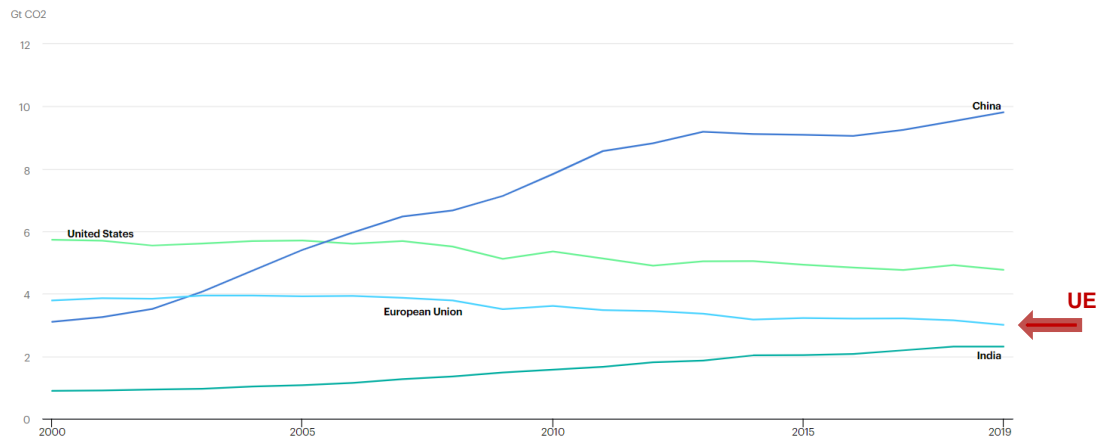


Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

- Emisiones de CO₂ de combustibles fósiles en economías seleccionadas, 2000-2019:

IEA/AIE
CO₂ Emissions from Fuel Combustion: Overview
Julio 2020

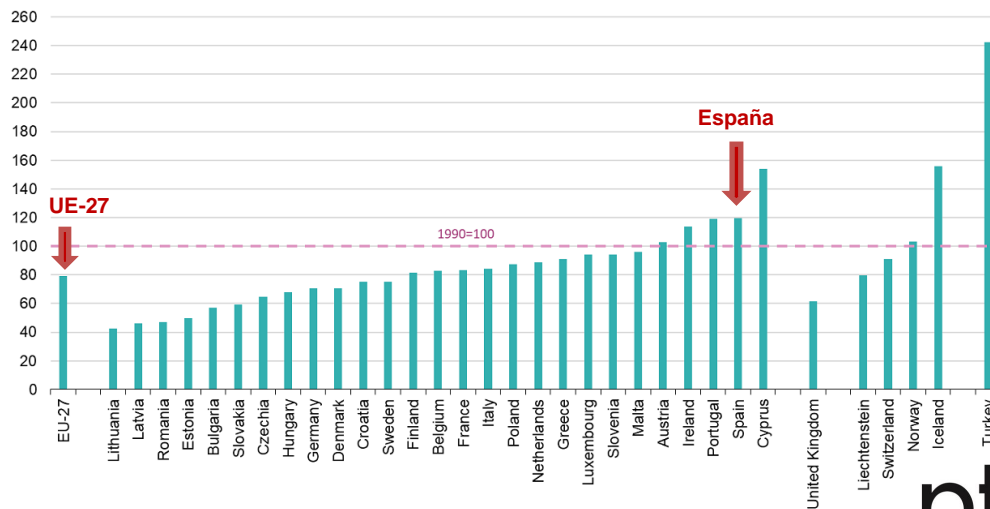
Solo un 1%
de estas
emisiones se
utilizan



- Emisiones totales de GEI (incluyendo la aviación internacional y excluyendo el sector Usos de la Tierra, Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura) EU-27, 1990–2018:

EUROSTAT
Greenhouse gas emission statistics
Junio 2020

España continúa
por encima de la
UE-27

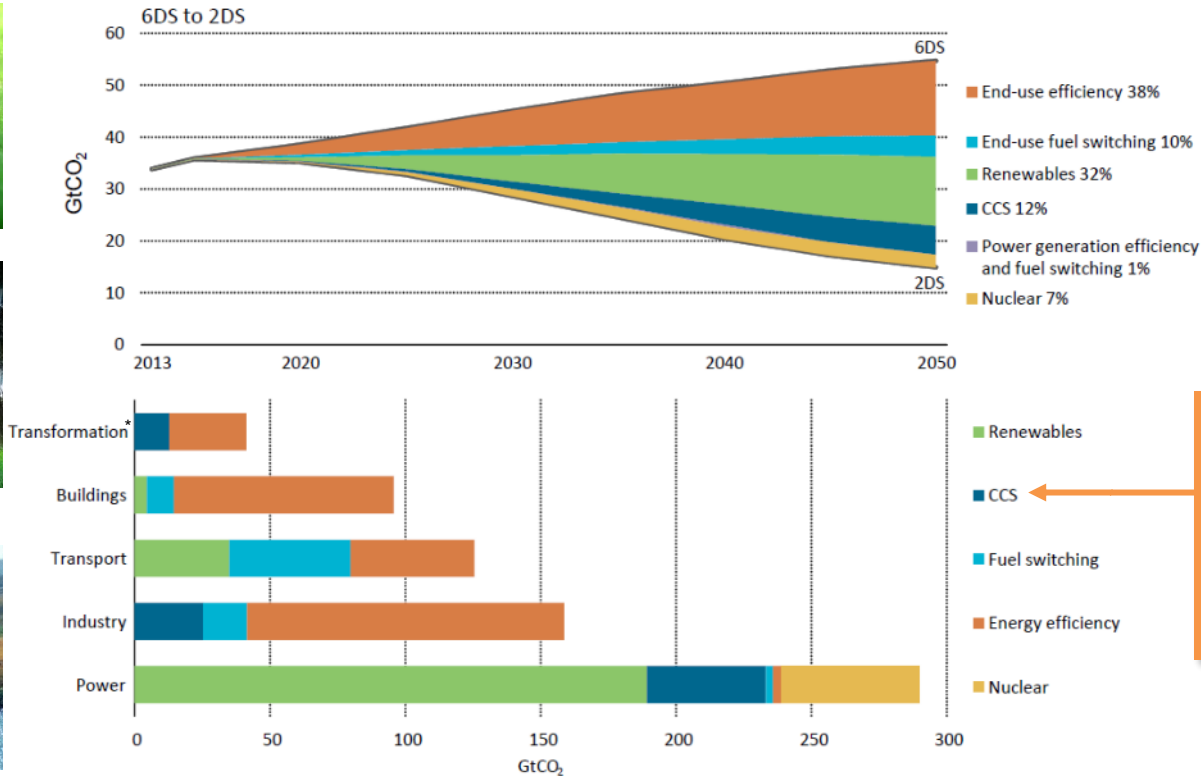


1) ODS 13. Acción por el Clima: Emisiones CO₂



Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

Contribución por tecnologías y sector a la reducción



Escenario 6DS a 2DS

Reducir emisión de 40 Gt CO₂ en 2050

Se espera que las tecnologías CAUC contribuyan con 5.6 Gt CO₂ en 2050

Fuente: IEA Energy Technology Perspectives 2016

Nota *: Transformación de energía primaria

- No hay una única tecnología que permita alcanzar los niveles de reducción requeridos
- Sin las tecnologías CAUC el coste de mitigación sería un 138% superior
- Las tecnologías CAUC es la única opción posible de reducción en ciertas industrias (acero, cemento, etc.)
- Las tecnologías CAUC son clave en descarbonización en el uso de recursos energéticos fósiles (los cuales seguirán siendo la principal fuente de energía en los próximos años)

1) ODS 13. Acción por el Clima

Principales proyectos tecnologías CAUC



Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

Instalaciones a pequeña, media y gran escala, y centros de pruebas en el mundo



“En los primeros seis meses de 2021, se han puesto en marcha 71 proyectos más, alcanzando las 135 instalaciones comerciales de tecnologías CAUC”

“Actualmente, las 27 instalaciones que se encuentran en operación pueden capturar y almacenar cerca de 40 Mt/CO₂ al año”

Global CCS Institute. *Global Status of CCS 2021*, Octubre de 2021

1) ODS 13. Acción por el Clima

Situación actual en España



Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

Evolución tecnologías CAUC y logros

2006-2011

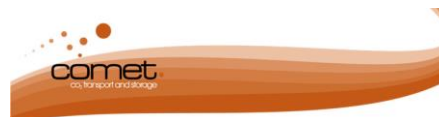
- Grandes iniciativas con plantas piloto
- Inicio de la crisis en España

2011-2014

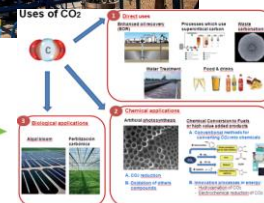
- Reducción de fondos
- El fin de los grandes proyectos

2014-2020

- Vuelta a la I+D+i con un portfolio mundial de iniciativas (nuevos absorbentes, usos del CO₂, etc.)



HiPerCap CO₂



Principales logros, 2006-2020:

- España fue uno de los primeros países en impulsar una planta piloto que desarrolló el concepto de “emisiones negativas”.
- Aplicación de la carbonatación-calcinación como una de las tecnologías de 2ª generación más prometedoras.
- COMET: El primer estudio en analizar la viabilidad tecnoeconómica de la integración de las infraestructuras de transporte y almacenamiento de CO₂ en la zona del Mediterráneo Occidental, España, Portugal y Marruecos.
- Hontomin: una de las primeras instalaciones en emplear técnicas mineras prospectivas de bajo coste.
- **Impulso de los usos del CO₂: directos, aplicaciones químicas/energéticas, biológicas...**

1) ODS 13. Acción por el Clima

Situación actual en España: ITPs



Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

La **Alianza por la Investigación e Innovación Energéticas** (ALINNE) es un importante acuerdo público-privado español, creado en 2011 con el objetivo de reforzar el liderazgo internacional de España en innovación energética. Impulsada por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España, ALINNE ha desarrollado dos ejercicios prospectivos y está finalizando el tercero:

- A. Análisis del Potencial de Desarrollo de las Tecnologías Energéticas (2015, 2017)**
- B. Iniciativas Tecnológicas Prioritarias (ITPs):**



Captura de CO ₂	Usos y transformación	Almacenamiento geológico
<i>Calcium looping</i> (CaL)	Tecnologías de Mineralización del CO ₂	Nuevas herramientas y aplicaciones de métodos de exploración geofísicos
<i>Chemical looping</i> (CLC)	Producción de fertilizantes	Tecnologías de perforación e inyección
	Mezcla de metanol en gasolina y otros combustibles	Evaluación de riesgos en proyectos de almacenamiento de CO ₂
	Producción de polímeros	
	Combustibles solares	



1) ODS 13. Acción por el Clima

Situación actual en España



Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

Estrategia de descarbonización

- España ha aprobado su “Estrategia de descarbonización a largo plazo. 2050”, contemplando un horizonte temporal en línea con la Hoja de Ruta energética a 2050 de la Comisión Europea.
- El camino establecido reducirá las emisiones de GEI en un 90% en 2050, siempre comparado con el año de referencia de 1990.



“Existirán emisiones en los procesos finales que serán difícilmente eliminables, por lo que la captura, el almacenamiento y el uso del carbono también podrían jugar un papel en este sector”.

Gobierno de España. **Noviembre, 2020**

1) ODS 13. Acción por el Clima

Situación actual en España



Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

Retos y buenas noticias

● Principales retos:

- El principio de que “el que contamina paga” vs un precio insuficiente de emisión del CO₂: Todavía es más barato pagar por emitir que la implementación real de las CAUC.
- Barreras legales: España fue el primer país europeo en trasponer la Directiva 2009/31/CE en la Ley 40/2010 sobre almacenamiento geológico, pero el desarrollo regulatorio y normativo no ha avanzado.
- Percepción pública vs éxitos de aceptación de proyectos locales

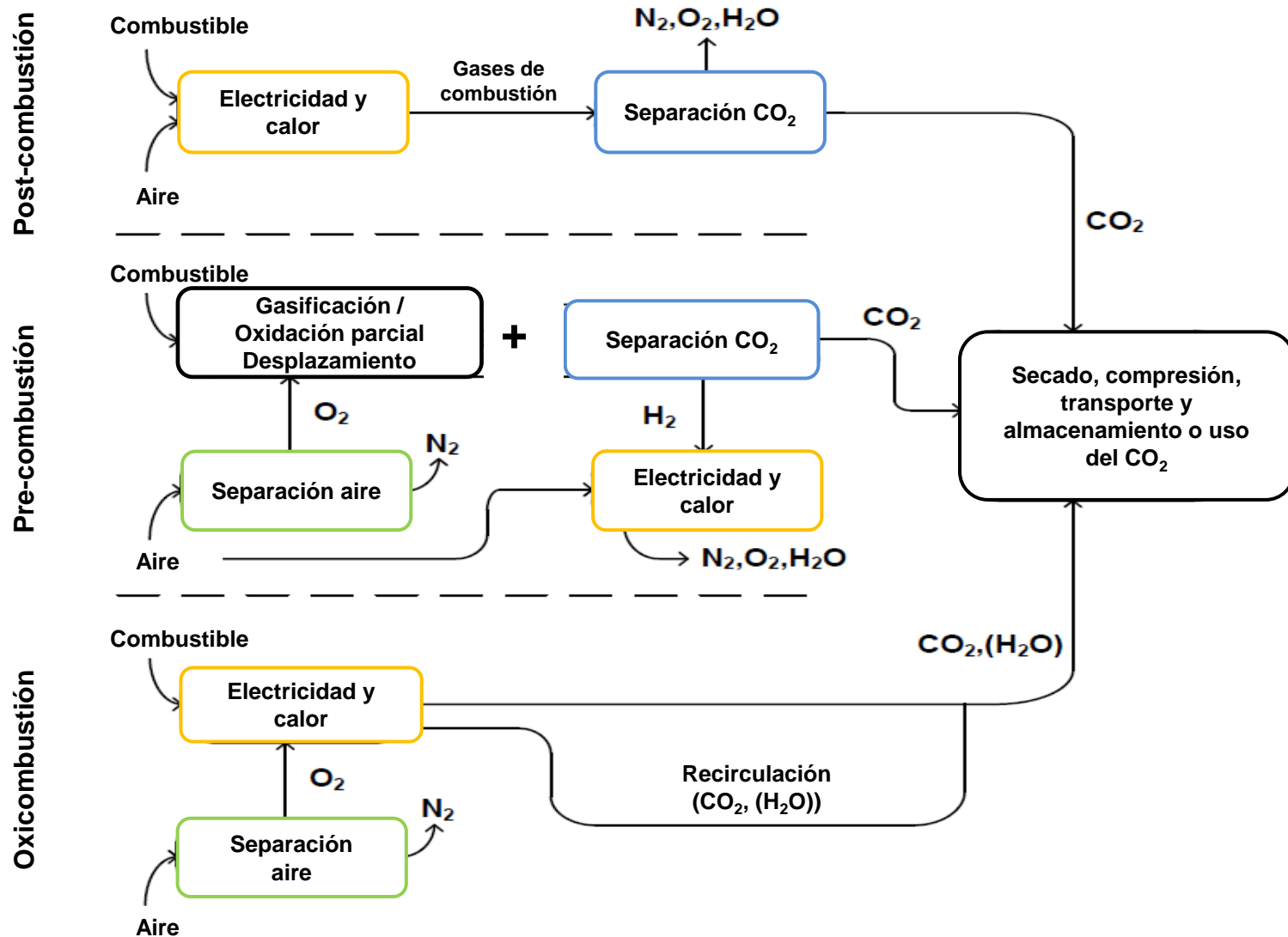
● Buenas noticias:

- “Estrategia de Descarbonización a largo plazo. 2050”
- “Hoja de ruta de la industria cementera Española Alcanzar la neutralidad climática en 2050” incluye a las tecnologías CAUC
- Más oportunidades de ayudas para la I+D+i
- Nuevos proyectos industriales anunciados y...
- ... el trabajo de la Plataforma Tecnológica Española del CO₂.

Hoja de ruta de la industria cementera española para alcanzar la neutralidad climática en 2050

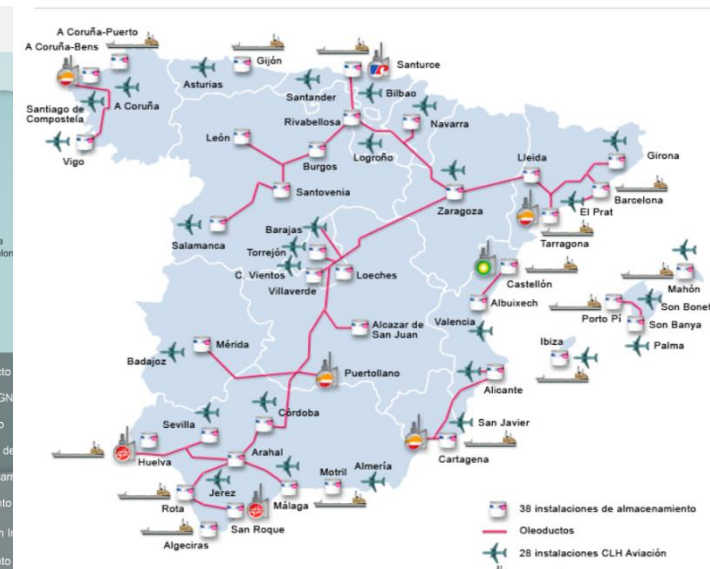
 oficemen
Asociación de la Industria Cementera de España

2) Principales tecnologías de captura del CO₂: 1ª generación



2) Transporte de CO₂: Tecnología conocida

- ¿Cómo podemos transportar CO₂?
- Aparentemente habría poco que decir.... el transporte de fluidos es una tecnología muy probada con miles de instalaciones por todo el mundo (miles de km de tubería, barcos y camiones).



2) Transporte de CO₂: Principales alternativas

Transporte por carretera



1.7 MPa, -30 °C

Transporte por tubería



80 bar, 30 °C

Transporte por barco

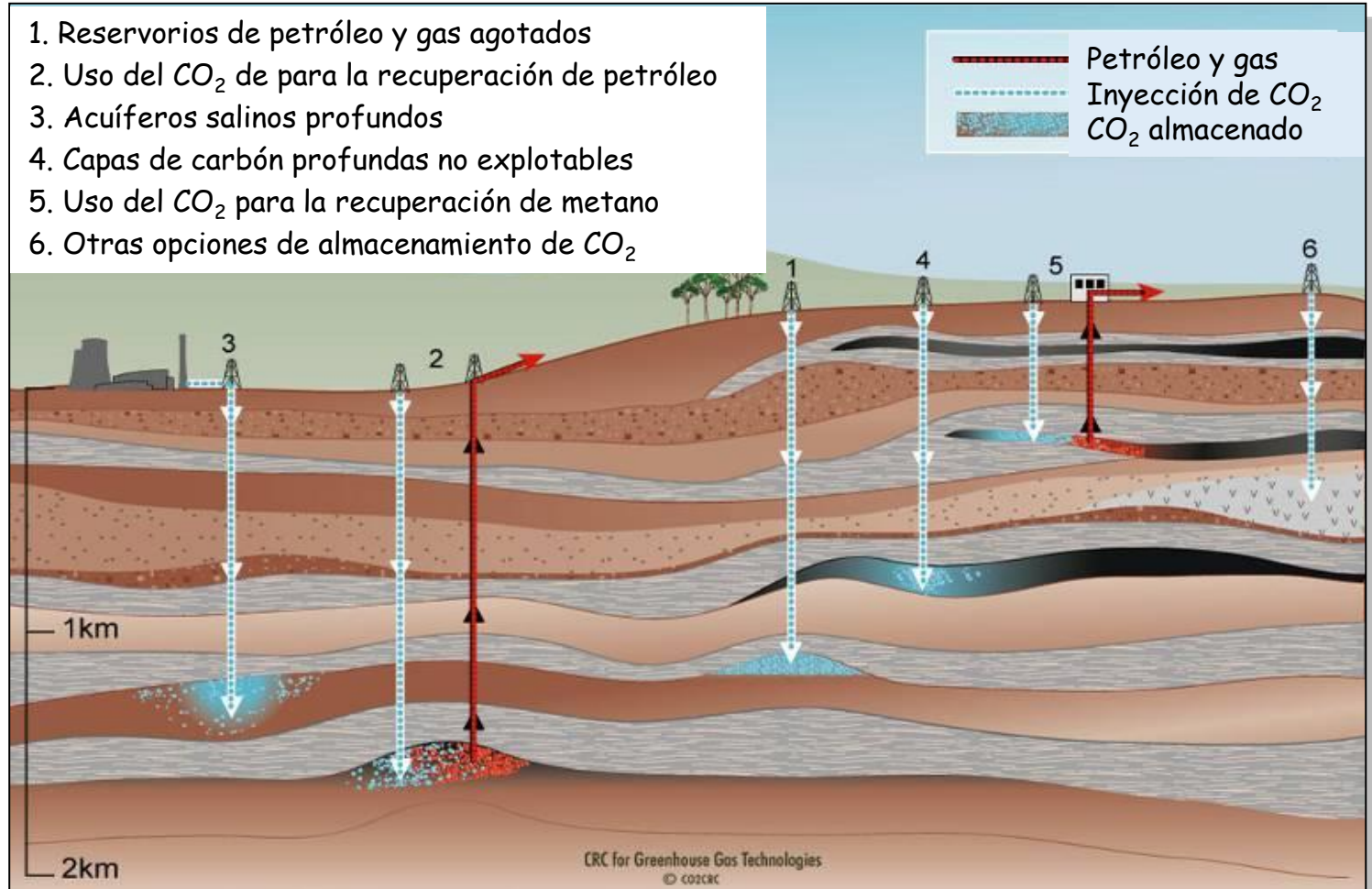


7-9 bar, -50 °C

2) Almacenamiento geológico del CO₂: Conceptos generales

Tipos almacenes geológicos de CO₂

1. Reservorios de petróleo y gas agotados
2. Uso del CO₂ de para la recuperación de petróleo
3. Acuíferos salinos profundos
4. Capas de carbón profundas no explotables
5. Uso del CO₂ para la recuperación de metano
6. Otras opciones de almacenamiento de CO₂



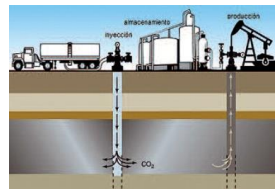
Fuente: Informe Especial del IPCC sobre Captura y Almacenamiento de CO₂

2) Usos y transformación del CO₂: Conceptos generales

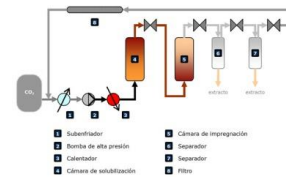


1 Usos directos

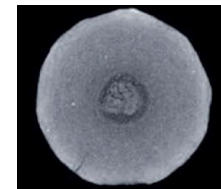
Recuperación mejorada de Petróleo (EOR)



Procesado con CO₂ supercrítico



Carbonatación de residuos



Tratamiento de Aguas



Alimentación y bebidas



3 Usos de mejora biológica

Crecimiento de algas

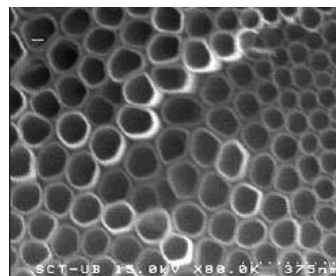


Fertilización carbónica



2 Usos químicos

Fotosíntesis artificial

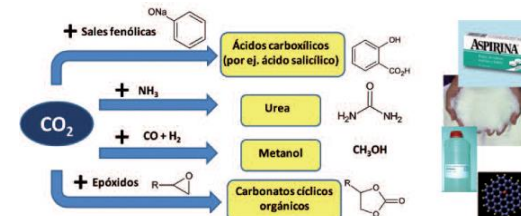


A. Reducción del CO₂

B. Oxidación de otros compuestos

Conversión química para producir combustibles o productos de alto valor añadido

A. Procesos convencionales de conversión química del CO₂



B. Procesos innovadores basados en uso de energía:

- "Hidrogenación de CO₂".
- Reducción electroquímica del CO₂.

3) Principales capacidades de CAUC en España: Cadena completa



Infraestructuras tecnológicas singulares (1/8)

FUNDACIÓN CIUDAD DE LA ENERGÍA, CIUDEN

- CIUDEN se crea en 2006, bajo el auspicio del Gobierno de España para la implementación de la I+D+I en programas de energía y medio ambiente, así como para contribuir al desarrollo económico en la región del Bierzo.
- CIUDEN cuenta con tres infraestructuras:



Planta de captura en Cubillos

Caldera de **30 MWt** de lecho fluido circulante (CFB), para el empleo de antracita local y diferentes mezclas de antracita/coque de petróleo. Dos de los principales parámetros en los que la pruebas se han centrado son en el rendimiento de la captura de SO₂ y Nox utilizando la tecnología de oxidación.



Lazo de transporte en Cubillos

De tamaño semi-industrial con **3km**, el lazo permite analizar los efectos en los conductos de los siguientes parámetros: composición del CO₂, comportamiento de los materiales, cambios de presión y temperatura, posibles fugas, entre otros.



Planta de almacenamiento geológico en Hontomín

Equipada con un pozo de inyección y uno de monitorización de **1.580 m**. Ambos están equipados con capacidades que incluyen una red de monitoreo hidrogeológico y un conjunto de herramientas en superficie con **30 estaciones microsísmicas**.

3) Principales capacidades de CAUC en España: Captura del CO₂



Infraestructuras tecnológicas singulares (2/8)

HULLERAS DEL NORTE S.A. (HUNOSA): Post-combustion

- El Grupo HUNOSA es una organización empresarial de titularidad pública del sector energético-minero con negocio en España y Latinoamérica desde 1967.



grupohunosa



LA PEREDA CO₂ en Mieres (Asturias)

Planta piloto de **1,7 MW** ubicada en La Pereda, destinada a la demostración del CLC de lecho fluido circulante, y está integrada en una central térmica con una capacidad de instalación de 50 Mwe.

Esta planta piloto flexible es capaz de operar en una amplia gama de condiciones cercanas a condiciones comerciales futuras, proporcionando datos valiosos para un escalado real.

Fue construida y puesta en servicio en 2012, bajo el **proyecto CaOling** dentro del 7PM.

El piloto ha sido diseñado para operar en una amplia gama de condiciones de funcionamiento. Cada reactor está equipado con una junta de bucle que permite controlar la circulación sólida entre los reactores cuando se opera a diferentes velocidades, mediante la desviación de la corriente de sólidos procedentes de la tubería vertical en el mismo reactor (circulación interna) o al reactor opuesto.

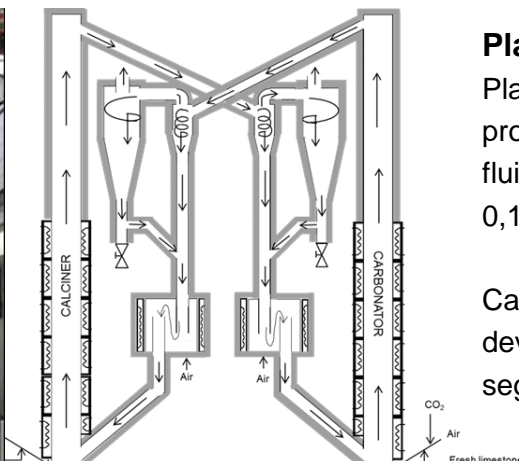
3) Principales capacidades de CAUC en España: Captura del CO₂



Infraestructuras tecnológicas singulares (3/8)

INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL CARBONO (INCAR-CSIC): Captura de CO₂ mediante ciclos de carbonatación

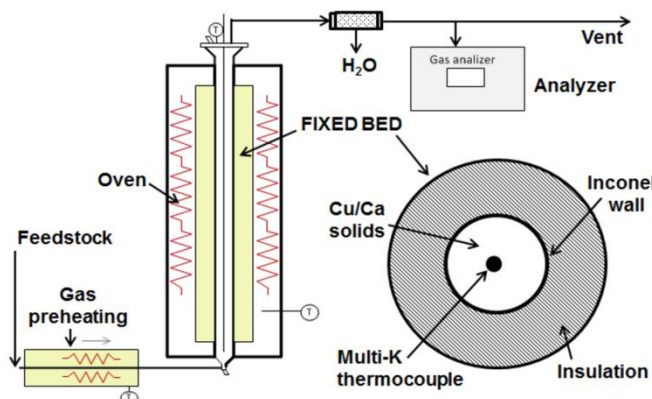
- Estas actividades se concretan en aspectos como la determinación de la cinética del proceso y de las velocidades de desactivación de CaO, el efecto de las impurezas de los gases a tratar (SO₂).
- El INCAR cuenta con dos facilidades:



Planta de captura en Oviedo

Planta a escala piloto de demostración del proceso, de **30 kW** que consta de dos lechos fluidos circulantes interconectados (6 m alto, 0,1 m diámetro).

Cada reactor está equipado con un ciclón que devuelve sólidos al reactor opuesto y un segundo ciclón para recuperar las partículas finas.



SER-CLC FIXED BED FACILITY

El elemento principal es un **tubo de Inconel** (diámetro interno 38 mm x 1000 mm), que puede ser cargado con un peso de sólidos de alrededor de 1 kg. Está instalado dentro de un horno de cerámica (14 kW) para reducir al mínimo las pérdidas de calor. Varios gases, tales como CH₄, H₂, CO, N₂, aire, pueden ser alimentados en el sistema.



3) Principales capacidades de CAUC en España: Captura del CO2



Infraestructuras tecnológicas singulares (4/8)

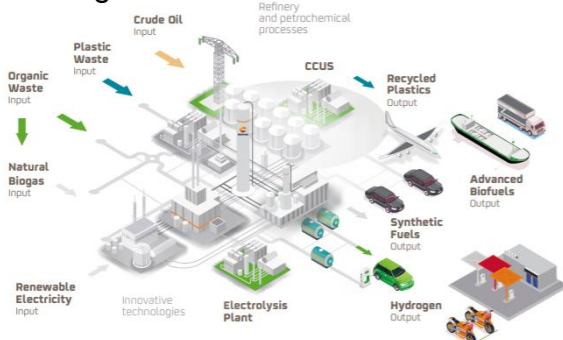
REPSOL: Es la primera compañía de oil&gas con el compromiso de convertirse en una empresa cero emisiones netas en 2050.

- Repsol está impulsando su **Plan Estratégico 2021-2025** que establece nuevos objetivos para la reducción de su indicador de intensidad de emisión, alcanzando cero emisiones netas en 2050.
- Repsol asegura que es posible alcanzar al menos el 70% de este objetivo con la tecnología actual y futura, y apuesta por aplicar las mejores tecnologías disponibles para incrementar esta cifra, incluidas las tecnologías CAUC.



Repsol, futuras refinerías y plantas petroquímicas cero emisiones netas con tecnologías CAUC

Producción de biocombustibles avanzados a partir de residuos y combustibles sintéticos a partir de CO2 e hidrógeno para la aceleración de la transformación.



El puerto de Bilbao, el lugar escogido para la futura planta de producción de combustibles sintéticos en 2024

Petronor (REPSOL) impulsará la construcción de una de las plantas más grandes en el mundo para la producción de combustibles con cero emisiones netas, a partir de CO2 e hidrógeno verde, generado con energía renovable.



3) Principales capacidades de CAUC en España: Almacenamiento y usos del CO₂

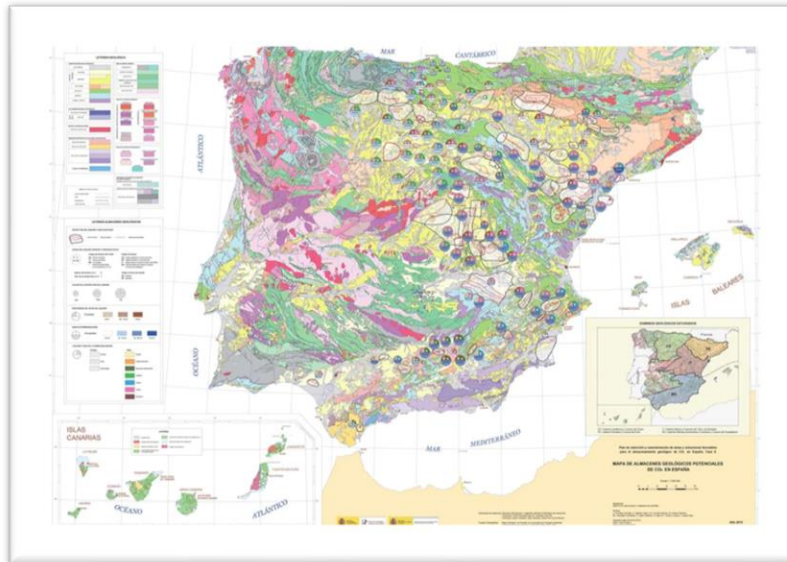


Infraestructuras tecnológicas singulares (5/8)

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME)

Mapa de potenciales almacenamientos geológicos en España

El IGME ha identificado 103 almacenamientos “onshore” disponibles que, según sus cálculos, podrían almacenar entre 14 y 21 Gt de CO₂.



STRATEGY CCUS

El objetivo del proyecto STRATEGY CCUS, en el que el IGME participa como *partner* e iniciado en mayo de 2019, es definir planes estratégicos para el **desarrollo de tecnologías CAUC en el sur y este de Europa** a corto plazo (hasta 3 años), a medio plazo (3-10 años) y largo plazo (más de 10 años).

Para ello, se han propuesto 8 regiones preferentes de 7 países, seleccionadas por la presencia de industrias emisoras de CO₂, existencia de transporte, potencial para utilización de CO₂ e identificación de almacenes geológicos potenciales.



3) Principales capacidades de CAUC en España: Usos y transformación del CO₂



Infraestructuras tecnológicas singulares (6/8)

LAFARGEHOLCIM: Es la primera compañía cementera en instalar una planta de captura de CO₂ en España. El consorcio del Proyecto está formado por LafargeHolcim, Carbon Clean, ECCO₂ y Sistemas de Calor.

Almería, la primera planta de cemento con tecnologías CAUC en España

El proyecto, realizado en la planta de cemento de **LafargeHolcim en Carboneras** (Almería), tratará de capturar las emisiones de la planta y reciclarlas para su uso en la agricultura.



Imitando y acelerando el proceso natural de la fotosíntesis, esta técnica tiene el potencial para aumentar la eficiencia de los cultivos al reducir el consumo de agua y suelo por kilogramo de hortalizas producido.

Comenzando con el 10% de las emisiones de CO₂ a partir de 2022, la viabilidad de este modelo de negocio de economía baja en carbono, podrá impedir la emisión de 700 kt de CO₂ y lograr la completa descarbonización de la planta.



La parte más intensa de GEI de la producción de cemento (~60% de las emisiones totales) es la calcinación de piedra caliza para producir clínker. A medio plazo, todas las plantas de cemento deberán adaptarse a los mejores tecnologías disponibles como el uso de combustibles alternativos bajos en carbono y las tecnologías CAUC.

3) Principales capacidades de CAUC en España: Usos y transformación del CO₂



Infraestructuras tecnológicas singulares (7/8)

INSTITUTO IMDEA ENERGÍA: Valorización **fotoquímica de CO₂** y estudio de técnicas de captura y almacenamiento.

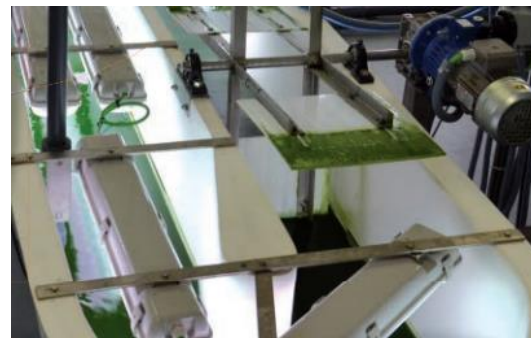
- Estas actividades se concretan en aspectos como el ciclo de vida, estudios tecn-económicos y medioambientales, y la catálisis para reducción fotovoltaica de CO₂.
- El Instituto IMDEA Energía cuenta con varias instalaciones, entre las que destacan:



Planta piloto de producción de combustibles solares por fotosíntesis artificial en Madrid

Desarrollo de materiales y foto- y fotoelectro reactores para la transformación de CO₂ y H₂O en combustibles y productos de valor añadido utilizando energía solar. Proyecto ERC-CoG H2020 (HyMAP)

*El Instituto IMDEA Energía es uno de los tres representantes españoles en el proyecto europeo **SUNERGY***



Laboratorio de Microorganismos Fotosintéticos (PMLab) en Madrid

Planta piloto para cultivo de **microalgas** en **fotobiorreactores** que permite escalar la producción hasta la escala semi-industrial.

Dispone de dos tipos de fotobiorreactores: abiertos tipo balsa y cerrados tipo columna dotados de elementos de control individualizado de los caudales de alimentación de aire, CO₂, corriente de Agua y nutrientes, temperatura, pH, iluminación, etc.



4) PTECO2: ¿Qué es una PTEI?

- La **Agencia Estatal de Investigación** (Ministerio de Ciencia e Innovación) define a las **Plataformas Tecnológicas Españolas y de Innovación (PTEI)** como “estructuras público-privadas de trabajo en equipo lideradas por la industria, en las que todos los agentes del sistema español de Ciencia-Tecnología-Innovación. interesados en un campo tecnológico, trabajan conjunta y coordinadamente para identificar y priorizar las necesidades tecnológicas, de investigación y de innovación a medio o largo plazo”.
- Las PTEI surgieron gracias al apoyo del entonces Ministerio de Educación y Ciencia, quien concedió la ayuda para la creación e impulso de redes tecnológicas, en el marco del **Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica (I+D+i 2004-2007)**. la AEI considera a las PTEI como “otros agentes de I+D+i” y, actualmente, **cofinancia 51 de diferentes sectores, instando a la búsqueda de sinergias entre ellas.**
- Por ello, desde hace años, la PTECO2 forma parte del:
 - Comité de Coordinación de Plataformas Tecnológicas del ámbito Energético (CCPTE)
 - Grupo Interplataformas de Economía Circular (GIEC)
- Además, hemos firmado convenios con PACKET (envase y embalaje) y Food for Life-Spain (alimentación y bebidas), e impulsado nuestro propio Grupo de Trabajo Interplataformas: el **Grupo de Trabajo Interplataformas del CO₂ (GTI CO₂)**, al que han respondido seis PTEI más: SusChem-España (química sostenible), PTE HPC (hidrógeno), BIOPLAT (biomasa), PACKNET, Food for Life-Spain y PLATEA (acero).



4) PTECO2: Un poco de Historia...

La MISIÓN de la PTECO2 es fomentar el desarrollo e implantación de las tecnologías CAUC, con el propósito de contribuir a que España cumpla sus compromisos de reducción de emisiones y logre un sector del CO2 económico y competitivo



2006
pteCO₂
Plataforma Tecnológica Española del CO₂

2013
pteCO₂
Plataforma Tecnológica Española del CO₂
Personalidad jurídica

2016
10 aniversario
pteCO₂
Plataforma Tecnológica Española del CO₂
Miembros colaboradores (Universidades)

2018
pteCO₂
Plataforma Tecnológica Española del CO₂
Miembros adheridos (pymes)

2020
pteCO₂
Plataforma Tecnológica Española del CO₂
Eventos virtuales

4) PTECO2: Rasgos diferenciadores



● Además del sector energético, PTECO2 incluye:

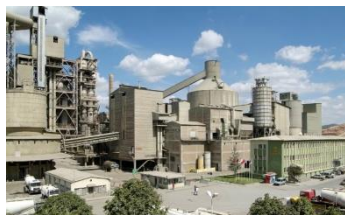
- Sectores industriales
- Los usos del CO2 como parte del compendio de tecnologías que se deben impulsar

1

Industria:

Trabajamos con los sectores industriales en su camino hacia la reducción de emisiones

Cemento



Magnesia



Refinerías



2

Usos del CO2: Incluimos la valorización del CO2 en la cadena de la CAUC

Directos

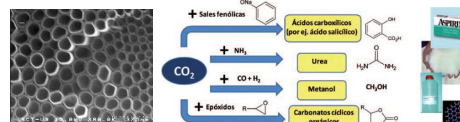
Tratamiento de aguas
Recuperación mejorada de petróleo (EOR)
Procesos con usos de CO2 supercrítico



Carbonatación de residuos
Alimentación y bebidas

Aplicaciones químicas y energéticas

Fotosíntesis artificial
Conversión química a combustibles o productos de alto valor añadido



Aplicaciones biológicas

Crecimiento de algas
Fertilización con CO2



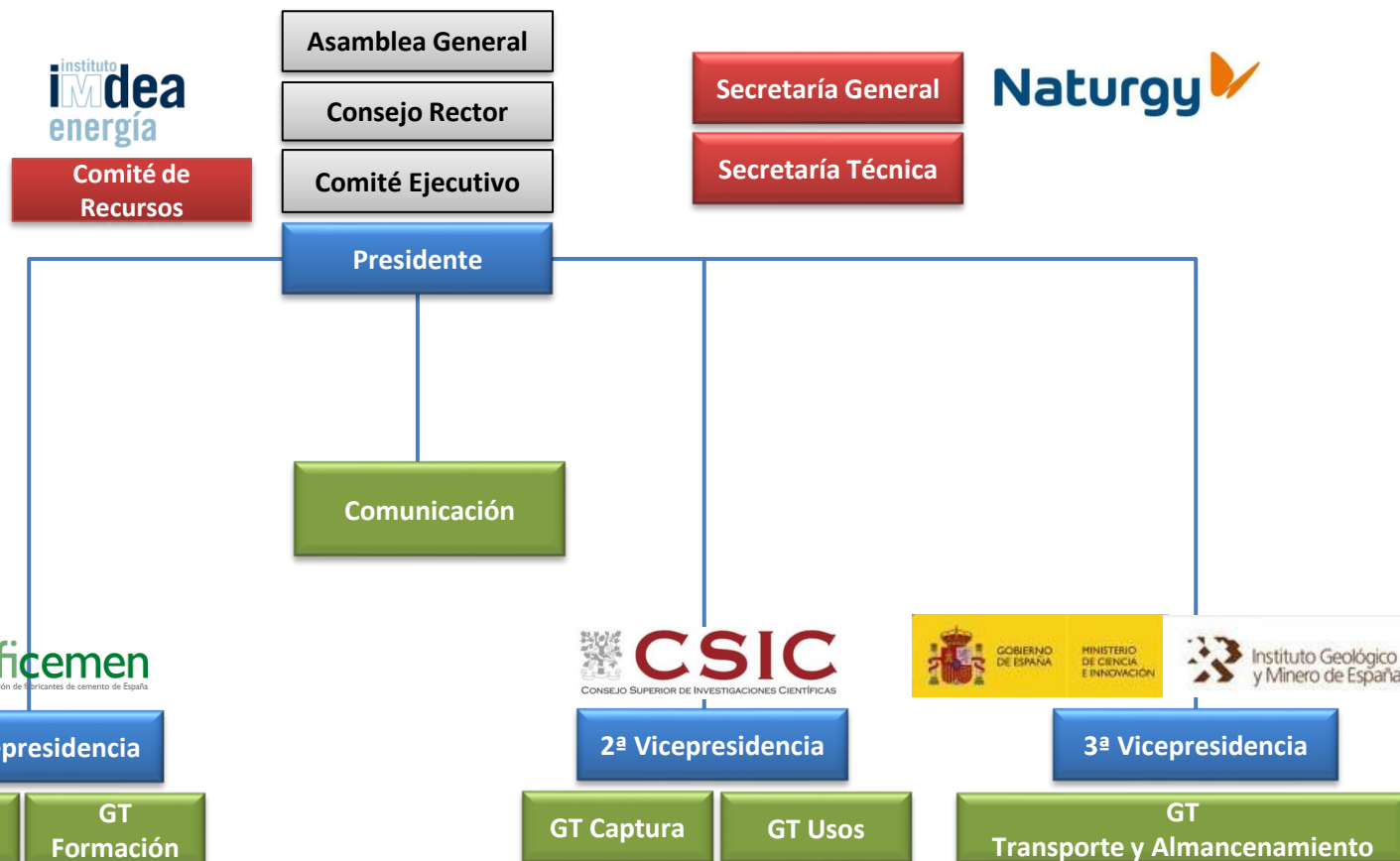
4) PTECO2: Miembros (45 y creciendo...)



- Nuestros asociados aúnan a todos los actores comprometidos con las tecnologías CAUC: Ministerios, sectores de la energía e industria, centros de investigación, ingenierías, profesionales, etc.
- Las Universidades también participan como ‘miembros colaboradores’ y las pymes como “miembros adheridos”:



4) PTECO2: Organigrama



4) PTECO2: Actividades en 2021

- Visita nuestra web para conocer las actividades: www.pteco2.es

Síguenos en Twitter (@pteco2), Facebook y LinkedIn.

Impulsar la 8ª edición de los Premios PTECO2

- Promover el nuevo Grupo de Trabajo Interplataformas del CO2 secretariado por PTECO2.



- Participar en el Comité de Coordinación de Plataformas Tecnológicas del Ámbito Energético.

- Participar en la Alianza energética, ALINNE.

- Colaborar con CDTI y la OEPM.

- Continuar publicando estudios como el Plan de Gestión del CO2.
- Celebrar y participar en eventos públicos de difusión propios y colaboración, tanto a nivel nacional como internacional:

- ZEP, CO2 Value Europe, CDTI Colombia...
- CONAMA, Transfiere...

Elaborar nuevos documentos técnicos:

Trabajar con otras Plataformas Tecnológicas Españolas:

- SusChem-España (Química)
- PTE HPC (Hidrógeno)
- PACKNET (Envase y embalaje)
- Food for Life-Spain



¡Síguenos!



@pteco2



PTECO2



YouTube^{ES} PTECO2

¡Contáctanos!



www.pteco2.es



secretaria@pteco2.es



+34 91 441 89 82