



MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



FINANCIADO POR LA
UNIÓN EUROPEA
Next Generation EU



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



PTI+ TRANS-ENER+
Alta Tecnología Clave en la
Transición en el Ciclo Energético

Demostración de Tecnologías de *Calcium Looping, CaL*

J. Carlos Abanades,

Borja Arias, Mónica Alonso

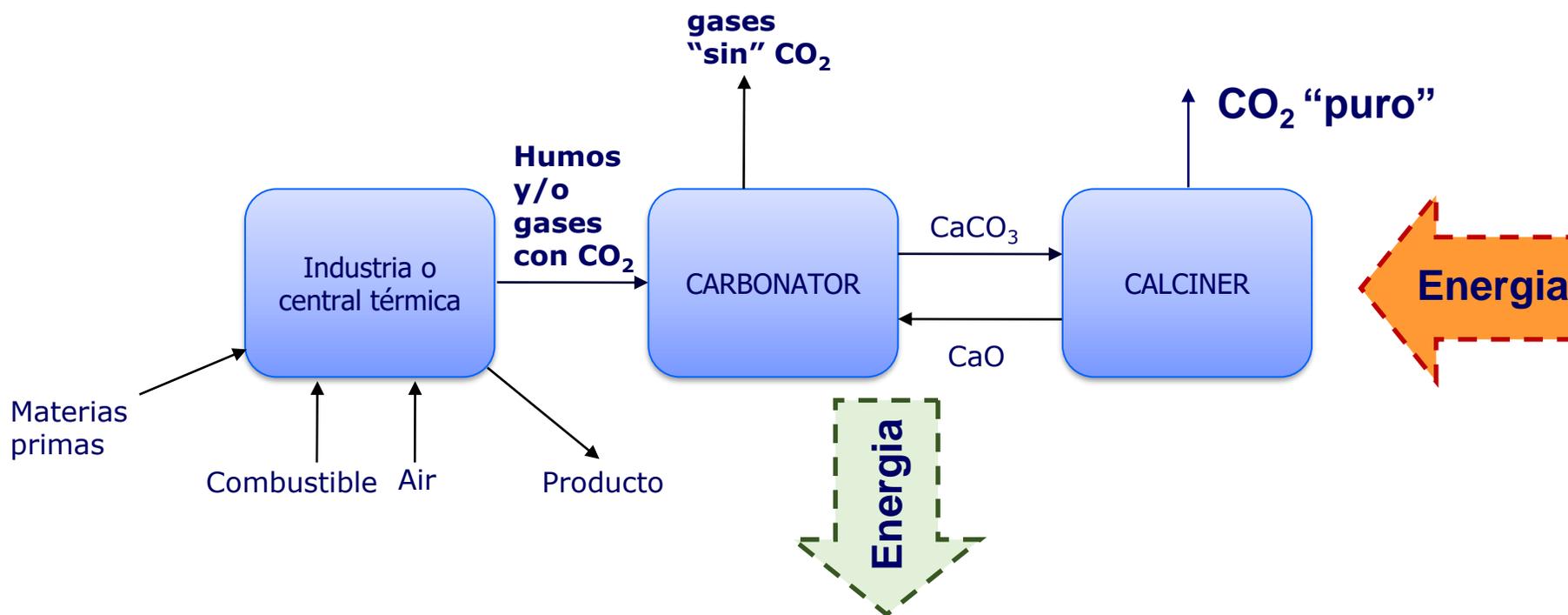
“Grupo de captura de CO₂”, INCAR-CSIC

Reunión de presentación PTI+TRANSENER

Madrid, 26 octubre 2021



Calcium looping para captura de CO₂, “CaL”



- ✓ Fundamentos desde el siglo XIX, + 25 años desde primeros procesos con captura CO₂
- ✓ > 1000 artículos en revistas técnicas/científicas (3 de los 5 más citados son del CSIC)
- ✓ > 50 patentes (de USA, China, Canada, Alemania, Noruega, UK, Taiwan.... 8 activas del CSIC)



Objetivo general: *“Apoyar el desarrollo hacia escala comercial de nuevas tecnologías de captura de CO₂ de Calcium Looping sobre las que el CSIC tiene propiedad industrial”*

Tres objetivos particulares con tres actuaciones:

- ***Descarbonización de industrias no electrificables:*** Adaptación de “La Pereda CO₂” a sectores industriales de WtE y cemento-cal
Responsable: Carlos Abanades c.abanades@csic.es
- ***Captura de CO₂ de fuentes dispersas:*** Nuevos piloto CaL para captura de CO₂ de fuentes dispersas (incluida la atmósfera)
Responsable: Borja Arias borja@incar.csic.es
- ***Producción de hidrógeno a partir de gases residuales ricos en CO:*** Reactor CASOH alta presión
Responsable: Mónica Alonso mac@incar.csic.es





MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN



FINANCIADO POR LA UNIÓN EUROPEA Next Generation EU



PTI+ TRANS-ENER+ Alta Tecnología Clave en la Transición en el Ciclo Energético

Estado actual piloto “La Pereda CO₂”



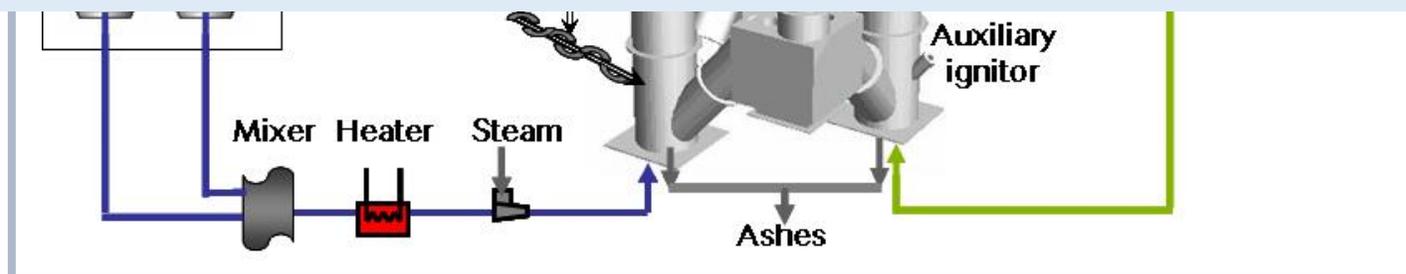
Agrupación de Interés Económico
October 2009



Adaptación del piloto “La Pereda CO₂” a sectores industriales de WtE y cemento-cal

ESTADO DEL PROYECTO ANTES DE COMENZAR LA ACCIÓN PTI+TRANS-ENER+

- ✓ 5000 horas de operación para centrales de carbón.
- ✓ Proyectos Europeos *CaOling*, *ReCaL*, *CaO2*, *FlexiCaL* terminados.
- ✓ **ABANDONO DEL SECTOR ELECTRICO EUROPEO DE LAS TECNOLOGIAS CCS**
- ✓ **SIN ACTIVIDAD DESDE Nov 2018**
- ✓ **CIERRE AGRUPACION INTERES ECONOMICO “LA PEREDA CO₂”**
- ✓ **NUEVO OBJETIVO: ADAPTACIÓN DE LA PLANTA PILOTO DE LA PEREDA A NUEVAS PRIORIDADES EU: CAPTURA DE CO₂ EN SECTORES INDUSTRIALES NO ELECTRIFICABLES, EMISIONES NEGATIVAS... QUEMANDO RESIDUOS DE BIOMASA**



Adaptación del piloto “La Pereda CO₂” a sectores industriales de WtE y cemento-cal

TAREAS EN EJECUCIÓN PTI+

- ✓ Diseño básico cambios necesarios para aplicaciones cemento-cal (F_0 , F_c , G_s etc)
- ✓ Diseño sistema captura > 99% (nueva patente en trámite VATC)
- ✓ Negociación con co-propietarios piloto (Hunosa+Endesa+CSIC)

Endesa facilita todas las actuaciones pero no participará en nuevos proyectos.

Hunosa tiene interés en captura de CO₂ de centrales quemando residuos biomásicos.

- ✓ **Negociación con nuevos socios industriales en sectores afectados:**

- Presentaciones a sector cementero en España (x5), cerámico (x2) y WtE (x2) y Europa (cemento, cal, acero, WtE)
- Preparación conjunta de un nuevo Proyecto Europeo en el marco de *HORIZON-CL5-2021-D3-02-13: Cost reduction of CO2 capture (new or improved technologies)*. Presupuesto 15 M€ (2022-2025)

- ✓ Presupuesto en ejecución PTI+ se centra en el refuerzo de sistemas diagnóstico y de caracterización de muestras sólidas: sondas isocinéticas, analizador de gases portátil, cámara termográfica de infrarrojos. Cambios más profundos requieren concesión Proyecto Europeo en *HORIZON-CL5-2021-D3-02-13*



Objetivo general: *“Apoyar el desarrollo hacia escala comercial de nuevas tecnologías de captura de CO₂ sobre las que el CSIC tiene propiedad industrial”*

Tres objetivos particulares con tres actuaciones:

- *Descarbonización de industrias no electrificables:* Adaptación de “La Pereda CO₂” a sectores industriales de WtE y cemento-cal

Responsable: Carlos Abanades c.abanades@csic.es

- **Captura de CO₂ de fuentes dispersas:** Nuevos piloto CaL para captura de CO₂ de fuentes dispersas (incluida la atmósfera)

Responsable: Borja Arias borja@incar.csic.es

- *Producción de hidrógeno a partir de gases residuales ricos en CO:* Reactor CASOH alta presión

Responsable: Mónica Alonso mac@incar.csic.es





MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN



FINANCIADO POR LA
UNIÓN EUROPEA
Next Generation EU

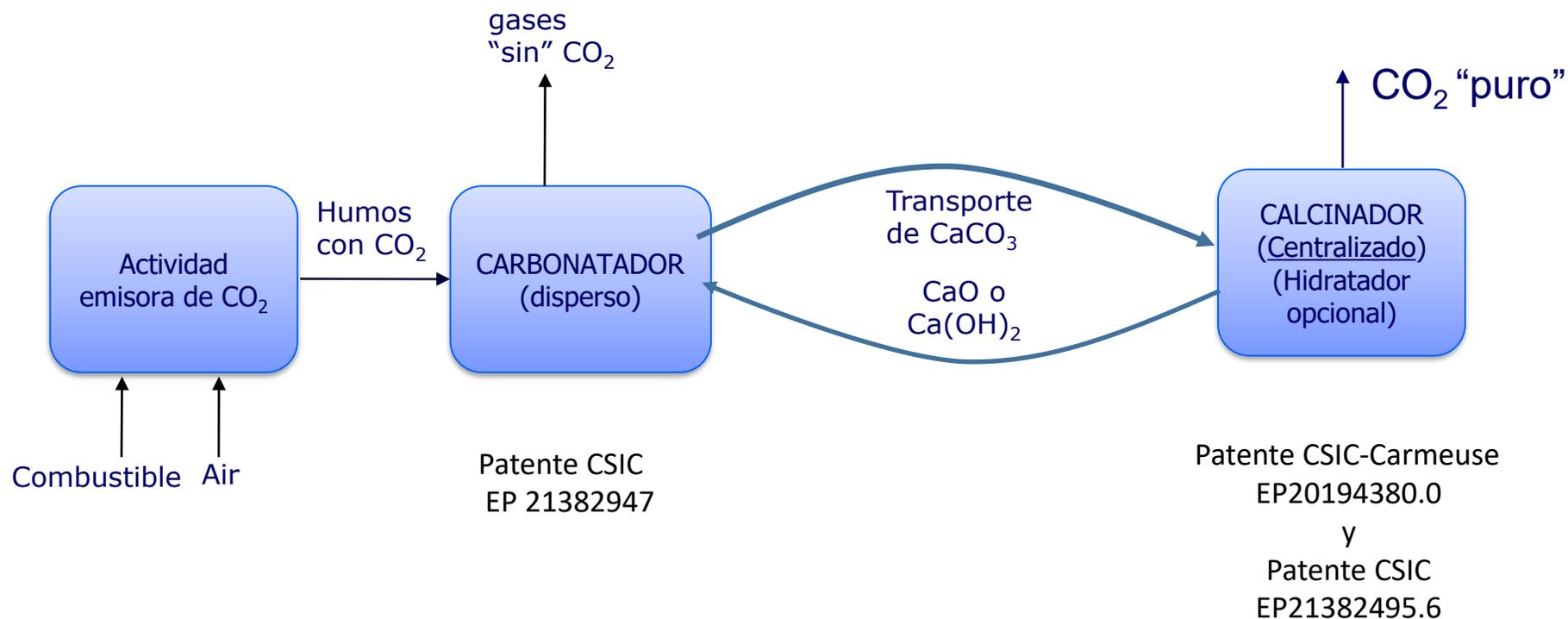


ESPAÑA
PUEDE.



PTI+ TRANS-ENER+
Alta Tecnología Clave en la
Transición en el Ciclo Energético

Calcium looping para captura de CO₂ de fuentes dispersas





MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

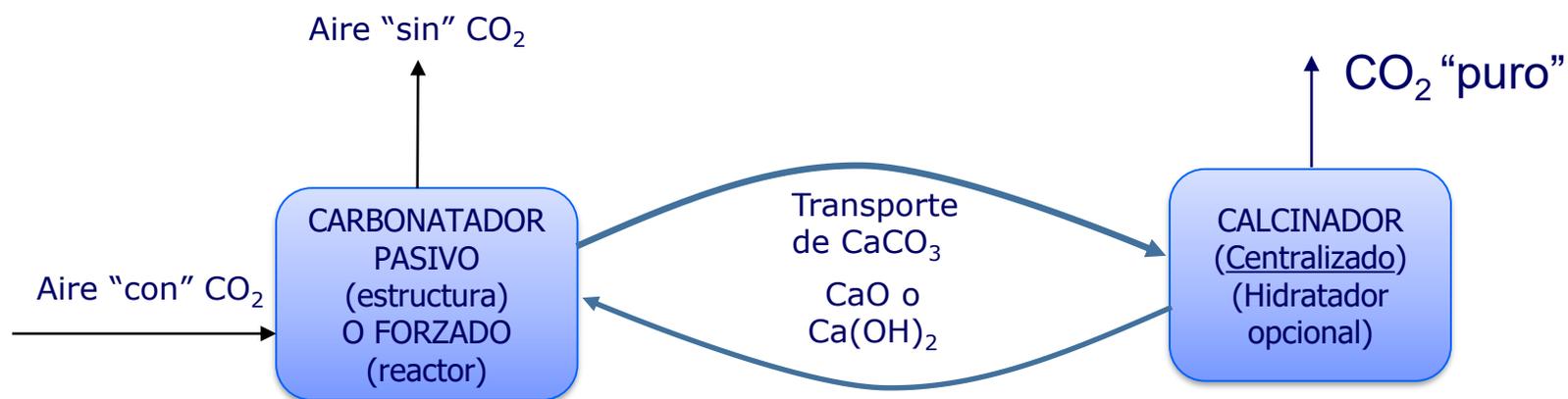


FINANCIADO POR LA
UNIÓN EUROPEA
Next Generation EU



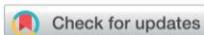
PTI+ TRANS-ENER+
Alta Tecnología Clave en la
Transición en el Ciclo Energético

Calcium looping para captura de CO₂ de fuentes dispersas, incluida la atmósfera



PAPER

[View Article Online](#)
[View Journal](#)



An air CO₂ capture system based on the passive carbonation of large Ca(OH)₂ structures

Cite this: DOI: 10.1039/d0se00094a

J. Carlos Abanades, * Yolanda A. Criado and José Ramón Fernández



Nuevo pilotos CaL para captura de CO₂ de fuentes dispersas (incluida la atmósfera)

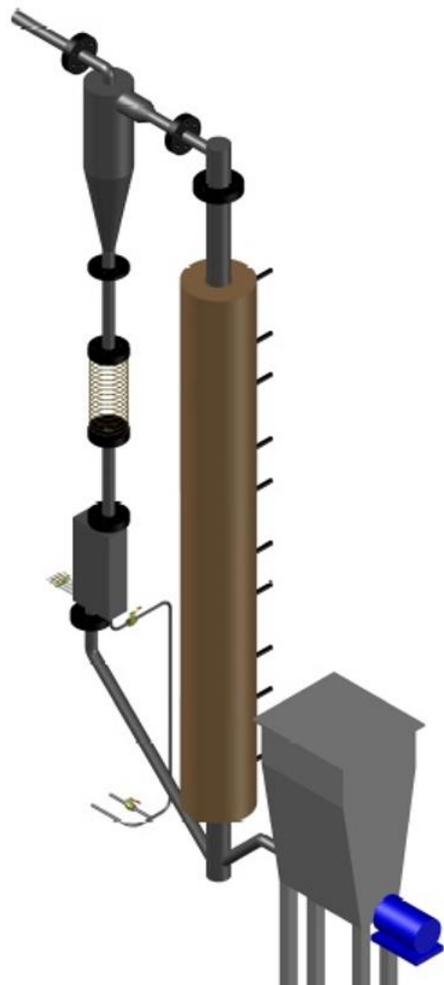
TAREAS EJECUTADAS EN 2021

- ✓ Transferencia explotación a Carmeuse patente oxy-calcinación EP20194380.0 (29 Sept 2021)
- ✓ Diseño básico nueva planta piloto TRL4-5 de carbonatación en lecho móvil a instalar en el INCAR-CSIC
- ✓ Preparación patente calcinación a vacío, incluyendo ensayos previos. EP21382495.6 (8 Jun 2021)
- ✓ Preparación de patente carbonatador de lecho móvil, incluyendo ensayos carbonatación pasiva en aire EP 21382947 (21 Oct 2021).

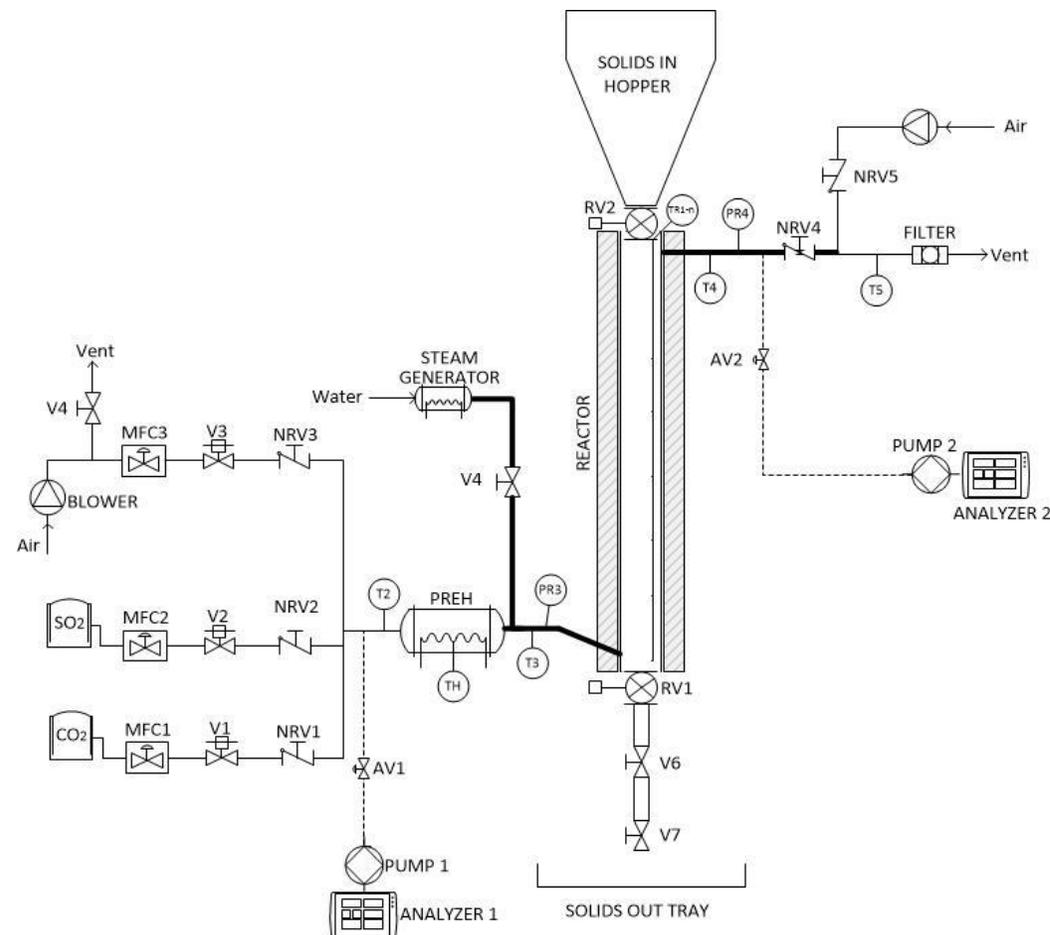
USO DE RECURSOS EN TRE2103005 (actual y previsto)

- ✓ Dos contratos de Doctor FC2: diseño en detalle nuevo piloto y apoyo en ejecución material. Previstos: dos de contratos bolsa G1 (1 Ing mecánico + 1 Ing químico).
- ✓ Adquisición de componentes del piloto y de su operación (a construir/operar por personal del CSIC-INCAR): reactor de oxi-calcinación, reactor de lecho móvil, analizadores de gases, soplantes de gases, controladores másicos, válvulas, precalentadores, instrumentación, sistemas de control, sistemas de generación de vapor, sistemas de filtración y extracción, instalaciones de adecuación de planta 30 kW (instalación eléctrica, sistemas mecánicos), extrusora de Ca(OH)₂.
- ✓ Refuerzo/mejoras laboratorio de caracterización cinética de partículas de CaO y Ca(OH)₂: equipo de análisis termogravimétrico para medidas de velocidad de reacción, equipo para análisis inmediato y de contenido en carbonatos, cámara climática.

Nuevos piloto CaL para captura de CO₂ de fuentes dispersas (incluida la atmósfera)



Esquema nuevo reactor de LFC oxicalcinación en el INCAR-CSIC (TRL4)



Esquema nuevo reactor de lecho móvil TRL4 en el INCAR



Objetivo general: *“Apoyar el desarrollo hacia escala comercial de nuevas tecnologías de captura de CO₂ sobre las que el CSIC tiene propiedad industrial”*

Tres objetivos particulares con tres actuaciones:

- *Descarbonización de industrias no electrificables:* Adaptación de “La Pereda CO₂” a sectores industriales de WtE y cemento-cal

Responsable: Carlos Abanades c.abanades@csic.es

- *Captura de CO₂ de fuentes dispersas:* Nuevo piloto CaL para captura de CO₂ de fuentes dispersas (incluida la atmósfera)

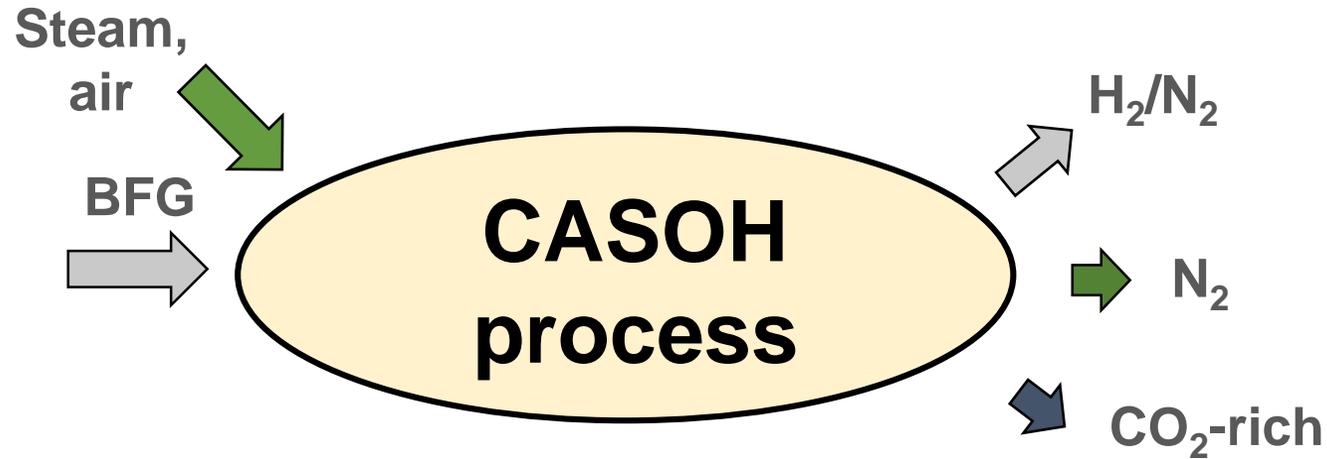
Responsable: Borja Arias borja@incar.csic.es

- ***Producción de hidrógeno a partir de gases residuales ricos en CO:*** Reactor CASOH alta presión

Responsable: Mónica Alonso mac@incar.csic.es



Reactor CASOH a alta presión



Patentes CSIC:
EP09382169
US8506915B2

- The CASOH process uses the CO contained in the Blast Furnace Gas in two ways
 - About 1/3 is water gas shifted to H₂, while capturing all CO₂ in a bed of CaO, generating H₂/N₂ decarbonised stream
 - About 2/3 is used to reduce CuO, releasing energy that drives the regeneration of CaO and releases concentrated CO₂
- All reversible gas-solid reactions take place between 550-900°C, allowing for high energy efficiencies and many opportunities for integration in steel mill plant



MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN



FINANCIADO POR LA UNIÓN EUROPEA Next Generation EU



ESPAÑA PUEDE.



CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



PTI+ TRANS-ENER+ Alta Tecnología Clave en la Transición en el Ciclo Energético

CASOH REACTOR LOOPING CYCLES

Patentes CSIC:
EP09382169
US8506915B2



www.c4u-project.eu



Cu



CuO

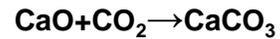
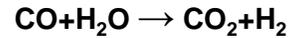


CaCO₃



CaO

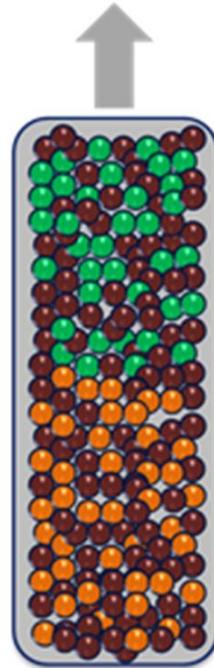
CASOH



T=600-700 °C

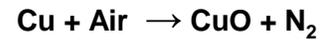
S/C ratio: 1-1.5

H₂ rich gas
(>90 %v db)



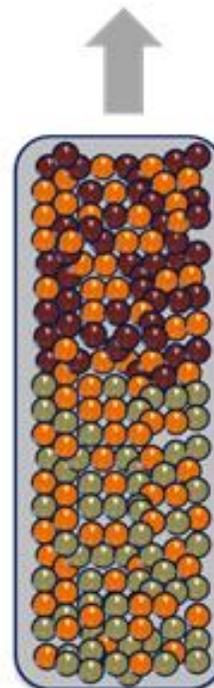
BFG+steam

Cu Oxidation



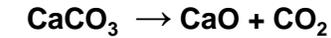
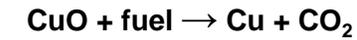
T~800°C

N₂



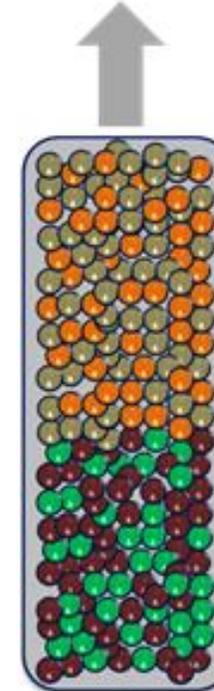
Air

CuO Red CaCO3 Calc



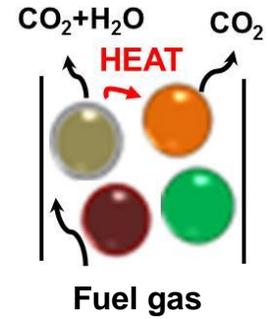
T=850-900°C

CO₂+H₂O



Fuel gas

(BFG, NG, COG etc)



$\Delta H_{\text{red CuO}} < 0$

- Cu
- CuO
- CaCO₃
- CaO

Reactor CASOH a alta presión

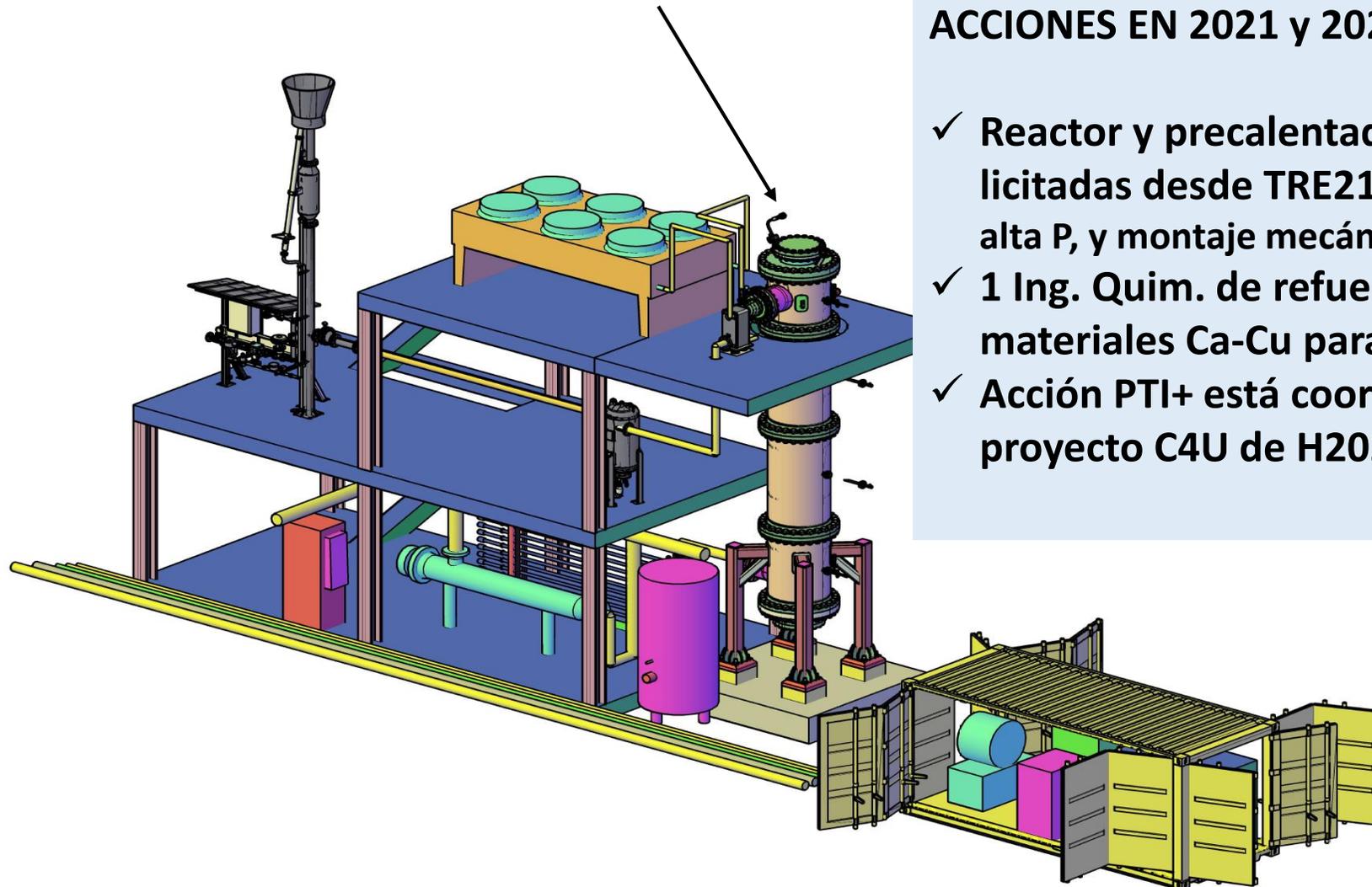
ESTADO DEL PROYECTO ANTES DE COMENZAR LA ACCIÓN PTI+TRANS-ENER+

- ✓ Patente CSIC del “proceso Ca-Cu” desarrollada hasta TRL4 (Proyecto ASCENT (2014-2018))
- ✓ Desde Abril de 2020 se participa en el proyecto C4U: proyecto de planta piloto a presión atmosférica a en la acería de Arcelor Mittal en Asturias
- ✓ Parte de la planta será propiedad de AM y parte del CSIC (incluyendo reactor CASOH y auxiliares)

ACCIÓN PTI+TRANS-ENER+

- ✓ Posibilitar la operación a presión de 10 atm en el reactor CASOH a escala TRL7, aumentando eficacias de captura de CO₂>95%, facilitando transferencia posterior de la tecnología Ca-Cu del CSIC a otros sectores industriales además del de acero.

Reactor CASOH alta presión



ACCIONES EN 2021 y 2022

- ✓ Reactor y precalentadores operando hasta 10 atm licitadas desde TRE2103006 + Válvulas, vainas de T alta P, y montaje mecánico. Resto a C4U
- ✓ 1 Ing. Quim. de refuerzo, trabajando en nuevos materiales Ca-Cu para reactor CASOH
- ✓ Acción PTI+ está coordinada con los socios del proyecto C4U de H2020 (2020-2024)