

II SEMINARIO INTERNACIONAL DE USO INDUSTRIAL SOBRE EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA TÉRMICA EN LA INDUSTRIA

UNA VISIÓN GLOBAL DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA

RED NACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN COMBUSTIÓN AVANZADA – INCOMBUSTION I 2013-2017, INCOMBUSTION II 2017-2019

ANTECEDENTES, OBJETIVOS, RESULTADOS Y PERSPECTIVAS

Andrés Amell Arrieta

andres.amell@udea.edu.co

Director Científico y Representante Legal de la Red INCOMBUSTION

Coordinador Grupo GASURE

Profesor Departamento del Ingeniería Mecánica – Universidad de Antioquia

Conformada por:



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



Institución Universitaria



Universidad del Valle



COLCIENCIAS
Ciencia, Tecnología e Innovación



UPME
Unidad de Planeación Minero Energética

Ministerio de Minas y Energía



MINAMBIENTE

División Cambio Climático

Contenido de la presentación

1. Origen y conformación de la Red INCOMBUSTIÓN
2. Justificación de la Red INCOMBUSTIÓN
3. Objetivos del programa
4. Metodología
5. Algunos resultados
6. INCOMBUSTION II
7. Propuesta de un Instituto de Investigación e Innovación en Combustión Avanzada y Sostenible - Incombustion



Origen y conformación de la Red INCOMBUSTION

**Convocatoria 543 de Colciencias – Redes de Conocimiento.
Temática: Eficiencia energética en el sector productivo.**

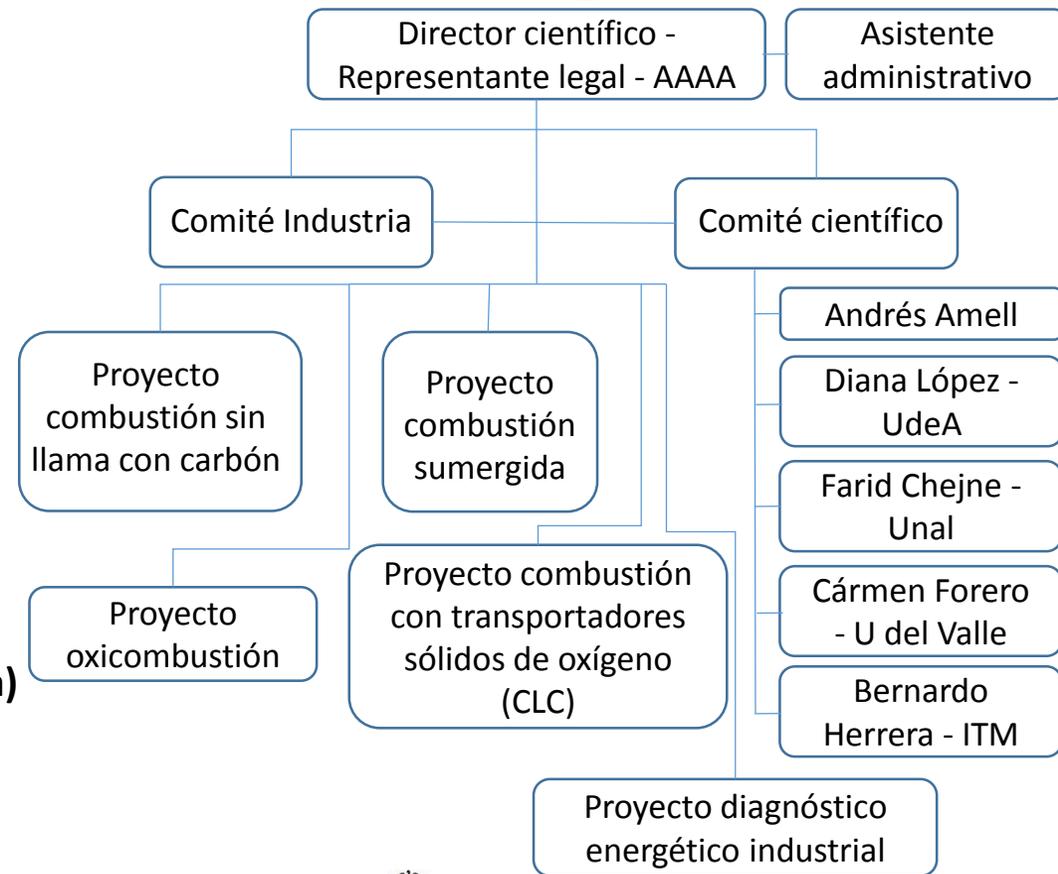
Estructura jurídico-administrativa **Unión Temporal INCOMBUSTION** y está conformada por:

- Universidad de Antioquia: Grupos GASURE (A1) y QUIREMA (A1)**
- Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín: Grupo TAYEA (A1)**
- Universidad del Valle: Grupo Ciencia y Tecnología del Carbón (A1)**
- Instituto Tecnológico Metropolitano: Grupo Materiales Avanzados y Energía (A1)**

Cooperación internacional :

- Complexe de Recherche Interprofessionnel en Aérothermochimie – CORIA (Francia)**
- Cartif de la Universidad de Valladolid (España)**
- Instituto de Carboquímica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España (Departamento de Energía y Medio Ambiente)**
- Red Brasileira de Combustión**

Estructura organizacional



Presupuesto Red INCOMBUSTION I

INCOMBUSTION I

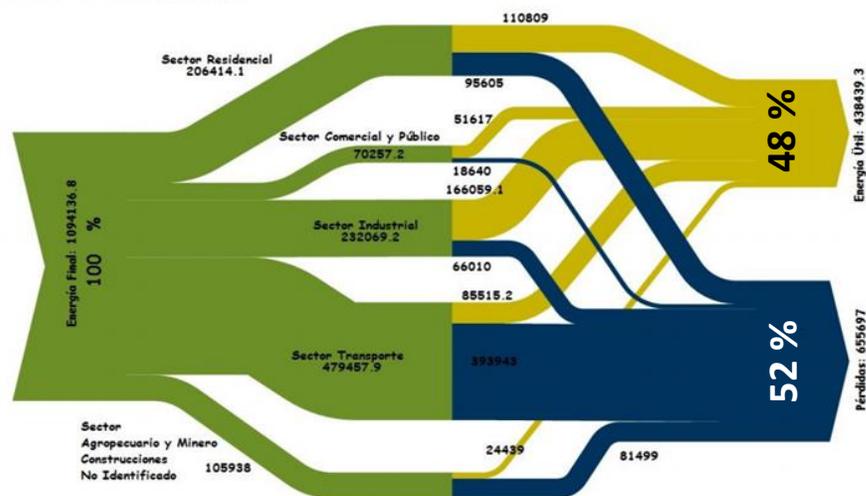
RUBROS	FINANCIADO POR COLCIENCIAS	FINANCIADO UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	ESPECIE	TOTAL
BIBLIOGRAFIA	\$ 586.881	\$ 0	\$ 46.000.000	\$ 46.586.881
COSTOS DE ADMINISTRACION Y OPERACION	\$ 160.398.587	\$ 3.000.000	\$ 252.904.900	\$ 416.303.487
LOGISTICA	\$ 514.850.968	\$ 0	\$ 0	\$ 514.850.968
EQUIPOS	\$ 850.607.490	\$ 15.000.000	\$ 1.143.000.000	\$ 2.008.607.490
MATERIALES	\$ 202.031.478	\$ 0	\$ 7.000.000	\$ 209.031.478
PUBLICACIONES	\$ 37.590.836	\$ 0	\$ 4.000.000	\$ 41.590.836
EVENTOS ACADÉMICOS	\$ 50.528.394	\$ 0	\$ 16.000.000	\$ 66.528.394
RECURSOS HUMANOS PARA CTI	\$ 1.643.917.510	\$ 0	\$ 1.083.049.000	\$ 2.726.966.510
PERSONAL	\$ 395.569.032	\$ 0	\$ 0	\$ 395.569.032
SALIDAS DE CAMPO	\$ 68.905.290	\$ 0	\$ 0	\$ 68.905.290
SEGUROS	\$ 0	\$ 0	\$ 9.000.000	\$ 9.000.000
SERVICIOS TÉCNICOS	\$ 389.235.816	\$ 27.000.000	\$ 99.000.000	\$ 515.235.816
SOFTWARE	\$ 50.723.328	\$ 0	\$ 94.000.000	\$ 144.723.328
VIAJES Y GASTOS DE VIAJE	\$ 107.214.391	\$ 15.000.000	\$ 0	\$ 122.214.391
TOTALES	\$ 4.472.160.000	\$ 60.000.000	\$ 2.753.953.900	\$ 7.286.113.900

Justificación de la Red INCOMBUSTION

Contexto nacional



Energía Final y Energía Útil
2012
TJ



Situación energética nacional

- Por cada 1TJ de energía final , solo se utilizan 0.48TJ.
- Colombia es una sociedad energéticamente ineficiente.
- Costo país según estimaciones de la UPME 5900 millones de dólares = 19 billones COP.
- **Se requiere de una declaratoria de emergencia energética nacional.**

Situación de la energía térmica en la Industria

- Energía térmica representa el 83.2 % de consumo total de energía.
- Sistemas de combustión y calentamiento caracterizados por:
 - ✓ Extrema obsolescencia tecnológica.
 - ✓ Baja eficiencia energética y alta emisión de GEI
 - ✓ Altas emisiones contaminantes tipo MP, CO, NO, UHC.
 - ✓ Baja calidad de productos y de productividad de procesos.
 - ✓ Problemas de salud ocupacional

Situación de la investigación y la innovación en combustión en el país:

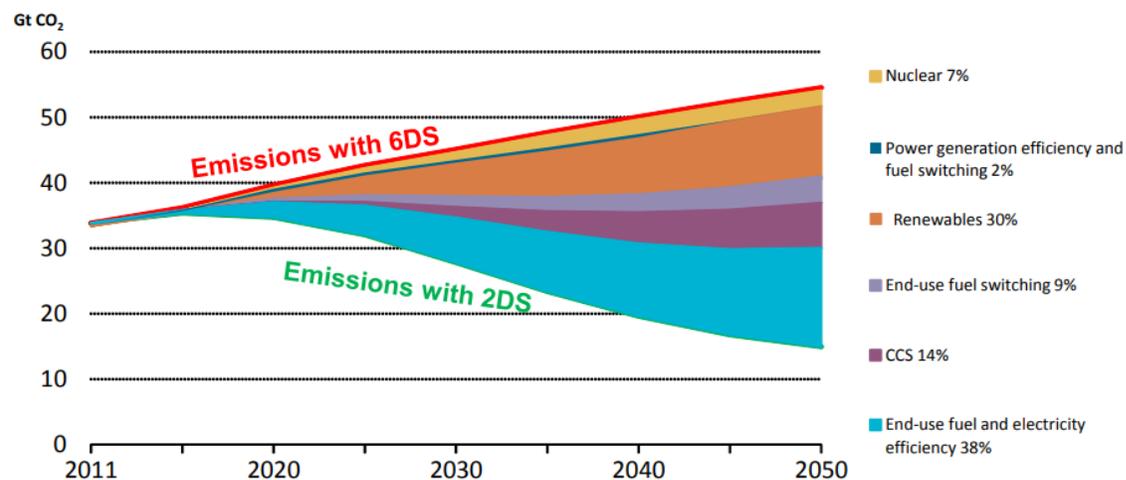
- Innovar en combustión exige comprensión y dominio de fenómenos y teorías complejas.
- Masa crítica débil (pocos investigadores y oferta de posgrados escasa).
- No desarrollo de industrias nacionales fuertes para la fabricación de equipos de combustión que incorporen nuevas tendencias.



Justificación de la Red INCOMBUSTION

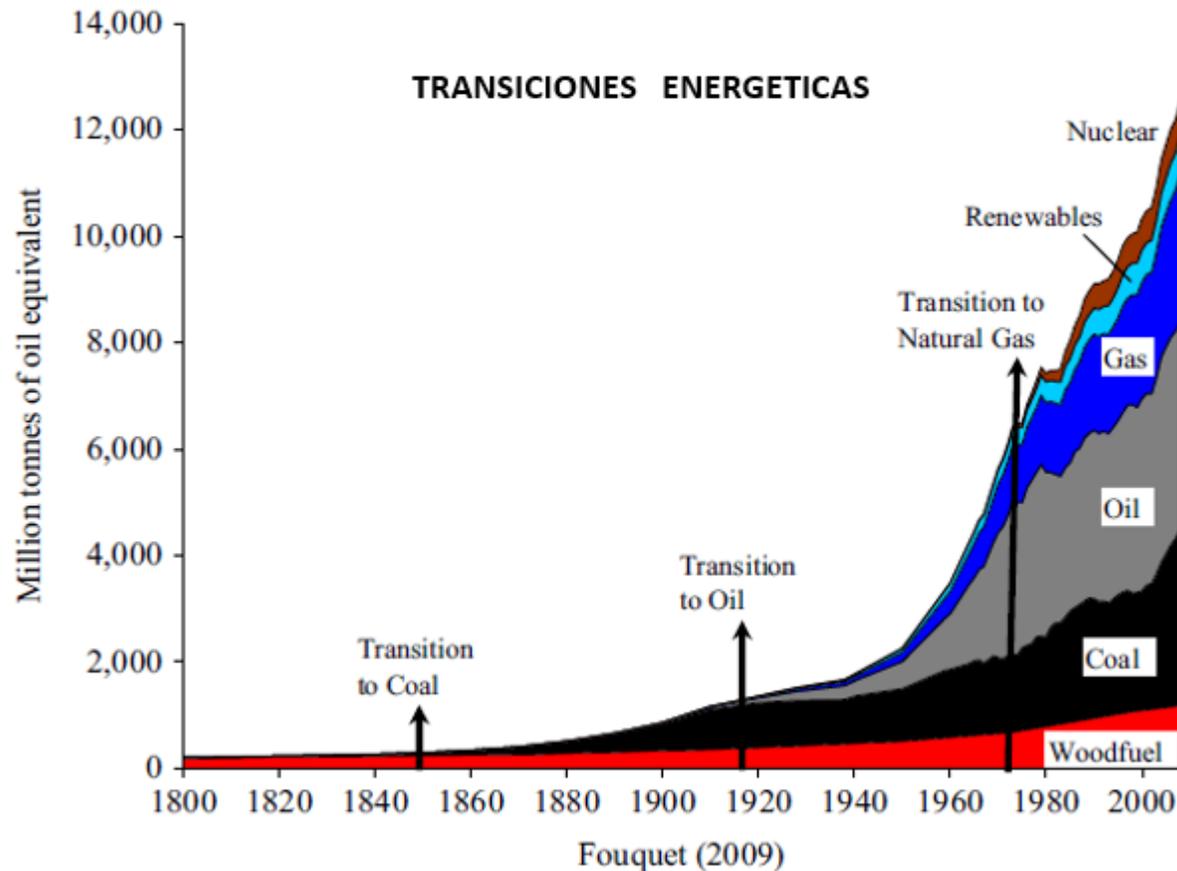
“La mayoría de las transiciones energéticas han sido, y probablemente continuarán siendo, dependientes del camino en lugar de revolucionarias, **acumulativas en lugar de totalmente sustitutivas**”. Fouquet

Portfolio of actions to reduce energy sector emissions



Fuente:

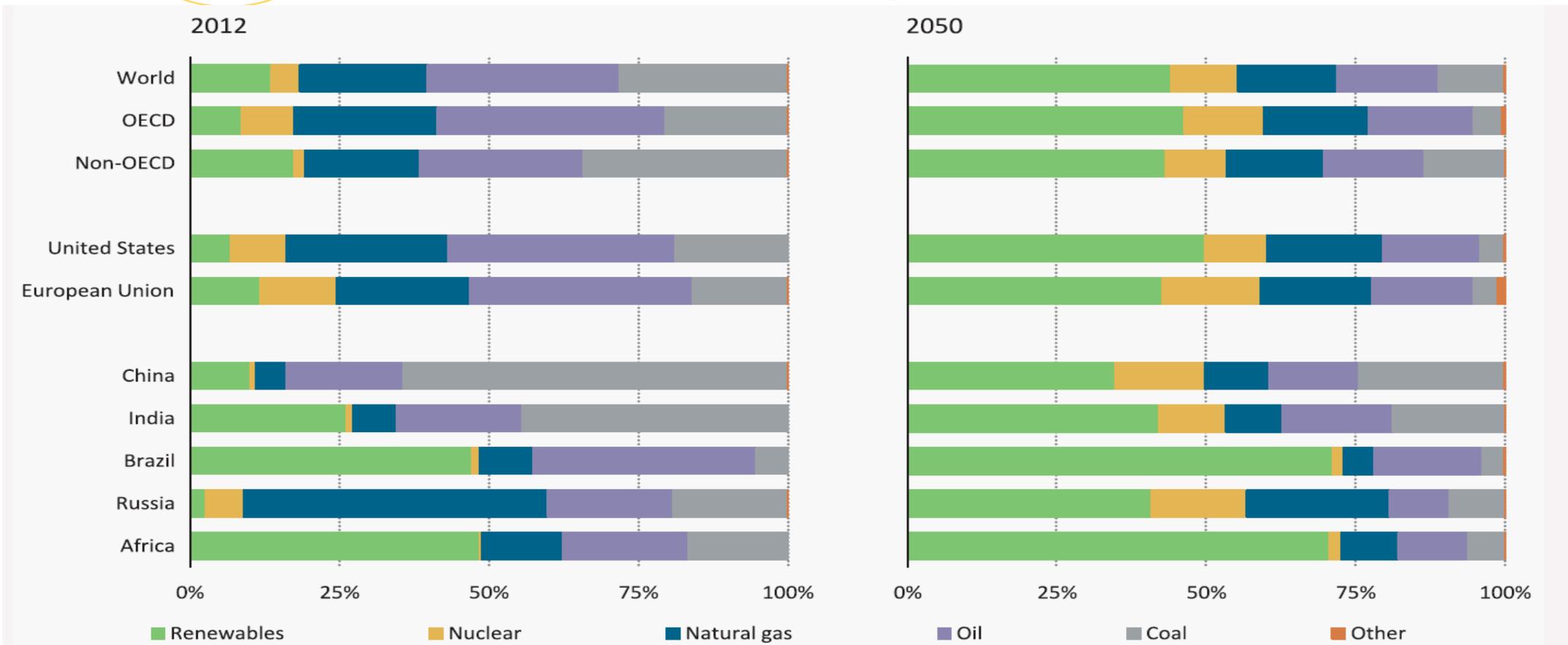
<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyTechnologyPerspectives2015ExecutiveSummaryEnglishversion.pdf>



Justificación de la Red INCOMBUSTION

Contexto internacional

Perfiles de demanda de energía primaria en el escenario 2C



Fuente: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EnergyTechnologyPerspectives2015ExecutiveSummaryEnglishversion.pdf>

Justificación de la Red INCOMBUSTION

Contexto internacional

Elementos que sustentan la vigencia de combustibles-combustión

- La transformación a una canasta energética independiente de los combustibles fósiles y de origen renovable no está a la vuelta de la esquina.
- Identificación de reservas no convencionales de combustibles fósiles.
- Esfuerzos para atenuar los impactos del efecto invernadero mundial:
 - Incremento de la eficiencia energética
 - Utilización de combustibles con mayor H/C
 - Complementariedades entre combustibles fósiles y energías renovables
 - Captura, secuestro y valorización energética e industrial de CO₂
- La utilización de los biocombustibles, hidrógeno, amonía y desechos orgánicos, la prevención y control de los incendios pasa por la combustión.

Nuevos tipos de combustión: sin llama, oxi, sumergida, HCCI y CLC

Características de los nuevos tipos de combustión

- Mayor eficiencia energética → Ahorro de combustible 25-50%.
- Menores emisiones contaminantes.
- Mayor productividad de los procesos → Incremento en un 25%.
- Mayor flexibilidad en el uso de combustibles de composición química diferente.
- Mayor flexibilidad para el cambio de composición química del comburente.
- Mayor estabilidad de la combustión.
- Mayor facilidad para la captura, secuestro valorización del CO2.
- Mayor posibilidad de combustión a nivel de sistemas micro.
- Potencian la transición hacia la *complementariedad entre sistemas*

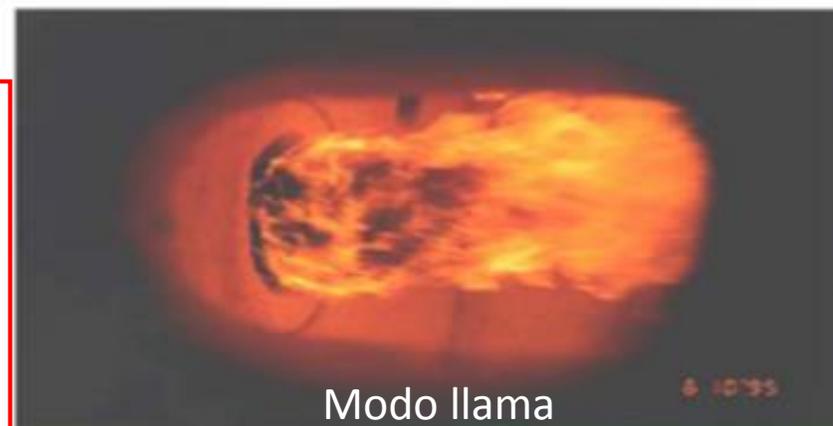
✓ *Power to Gas.*

✓ *Biomass to Gas.*

✓ *Solar Fuel.*

✓ *Solar Combustion.*

Comparación de un sistema de Combustion sin llama con uno convencional

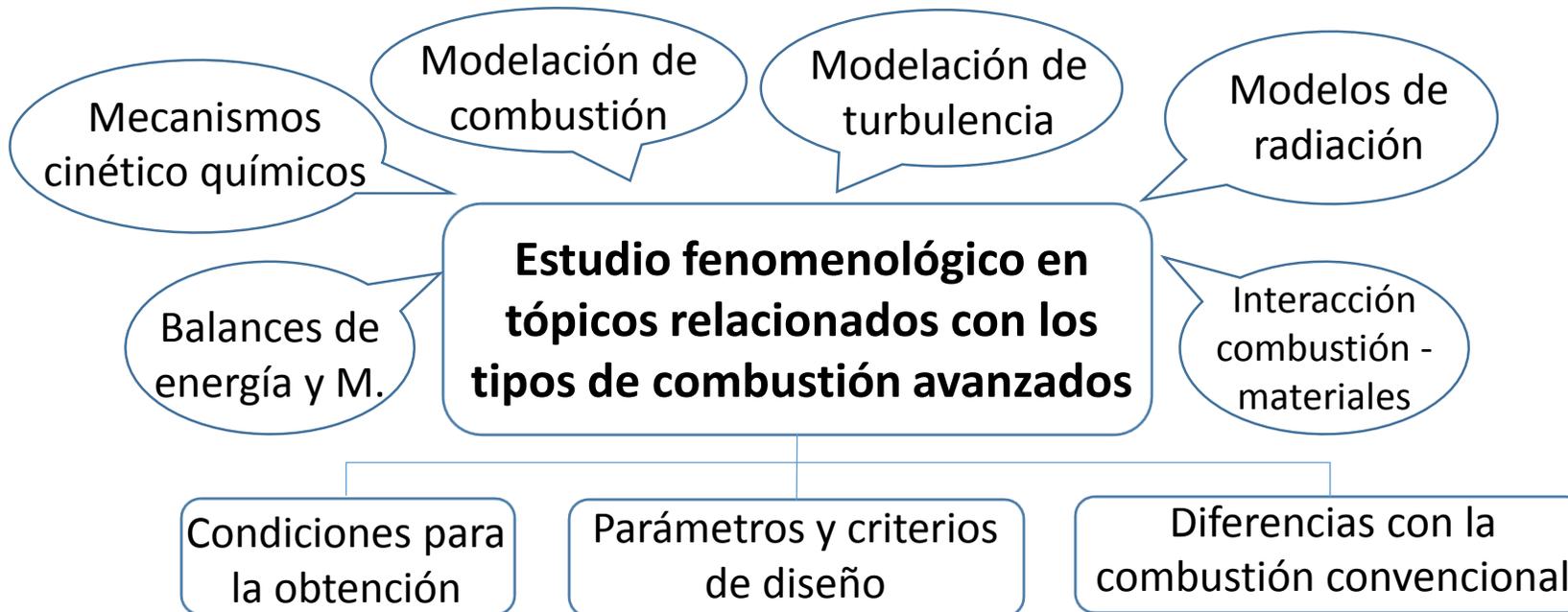


Objetivos del programa

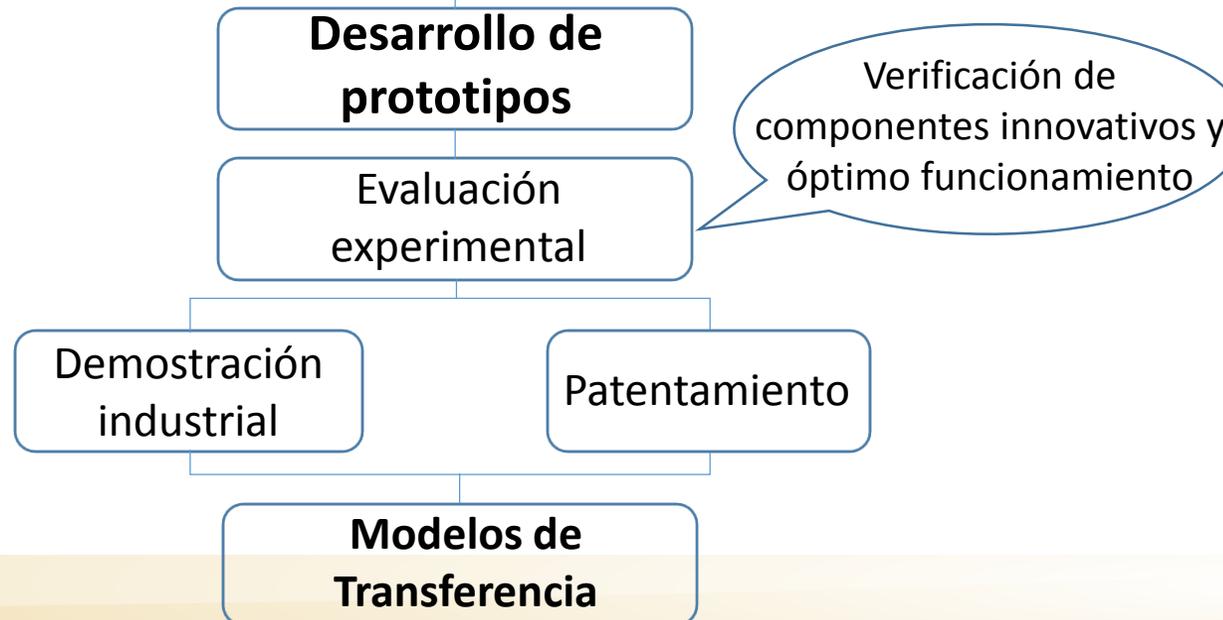
1. Profundizar en la fundamentación básica y dominio fenomenológico de los tipos de combustión avanzada.
2. Desarrollar, evaluar y demostrar prototipos de combustión avanzada, transferibles a la industria (↑ Eficiencia energética al menos 25 %):
 - Sistema de combustión sin llama para mezclas gas natural y carbón pulverizado.
 - Sistema de combustión sumergida para gas natural y otros combustibles gaseosos de origen renovable.
 - Sistema de oxicomustión para carbón pulverizado,
 - Sistema de combustión con transportadores sólidos de oxígeno (CLC)
3. Realizar diagnósticos energéticos integrales y proyectos demostrativos en industrias con alta intensidad energética térmica, para la transferencia y adaptación de tecnologías en combustión avanzada.
 - Determinación Del Potencial De Reducción Del Consumo Energético En Los Subsectores Manufactureros Códigos CIIU 10 A 18 En Colombia
 - Diagnósticos energéticos en los sectores industriales colombianos con procesos de alta temperatura.

Metodología

COMPONENTE CIENTÍFICO



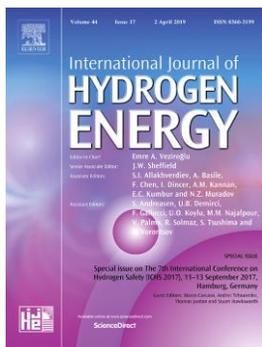
COMPONENTE INNOVATIVO



Resultados

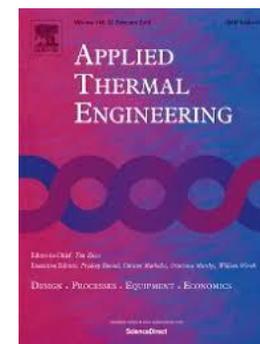
Producción de nuevo conocimiento

- Veinticinco (25) artículos en revistas internacionales en temas energéticos y de alto factor de impacto, Q1 y Q2 en la clasificación ISI/Scopus.
- Cuatro (4) artículos en revista nacional A1 según clasificación de Colciencias.
- Solicitud ante la oficina nacional de patentes de cuatro (4) patentes de invención.



Desarrollo tecnológico y prototipos.

- Cuatro prototipos (tres semi industriales y otro a escala de laboratorio), de equipos de combustión avanzada: combustión sin llama, combustión sumergida, oxicombustión y lecho fluidizado.
- Evaluación y desarrollo de materiales transportadores de oxígeno para aplicar en sistemas de combustión CLC.
- Desarrollo de un software para estudios de oxicombustión.



Prototipos con solicitud de patente



Sistema de calentamiento
mediante combustión sumergida



Sistema de oxicomustión
para carbón pulverizado



Horno de combustión sin llama, para
mezclas gas-liquido, sólido-gas.

Algunos resultados

Divulgación y circulación social del conocimiento

- Ponencias en eventos nacionales: 2
- Ponencias en eventos internacionales: 8
- Dos seminarios nacionales de divulgación de resultados.
- Elaboración y edición de seis cartillas acerca del análisis de los diagnósticos energéticos industriales y del programa de transferencia tecnológica.

Formación de recurso humano

- Ocho (8) estudiantes de doctorado, cuyas tesis estuvieron relacionadas con los temas abordados en los proyectos del programa.
- Seis (6) estudiantes de maestría, cuyas tesis estuvieron relacionadas con los temas abordados en los proyectos del programa.
- Cincuenta y nueve (59) estudiantes de pregrado: jóvenes investigadores, auxiliares de investigación, práctica profesional y participación en trabajo de campo.

Algunos resultados

Interacciones con el sector industrial colombiano

- Ochenta (80) diagnósticos energéticos en procesos industriales, con sus respectivas recomendaciones.
- Seis (6) demostraciones en procesos industriales de tecnologías de combustión avanzada desarrolladas por grupos de la red. Interacciones con el sector industrial colombiano.

Interacciones con instituciones formuladoras de políticas públicas en eficiencia energética y cambio climático.

- Realización para la UPME del estudio : Determinación del potencial de ahorro de energía en subsectores industriales código CIU10-18, entre otros, se tuvieron los siguientes impactos:
 - ✓ Generación de información y datos para la elaboración del balance energético nacional.
 - ✓ Generación de información para la elaboración del Plan de Acción Indicativo del Prooure 2016-2022, del Ministerio de Minas y Energía

Algunos resultados

Interacciones con instituciones formuladoras de políticas públicas en eficiencia energética y cambio climático.

- Realización para la UPME y la División de Cambio Climático del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, de la actualización y modernización de la Calculadora Nacional de Gases de Efecto Invernadero de los combustibles colombianos, obteniéndose los siguientes impactos:
 - ✓ Disponibilidad de una calculadora más completa, amigable y flexible para el usuario, con respecto a la primera que el país había elaborado.
 - ✓ Además de ser una herramienta para que los diferentes sectores de la economía estimen sus emisiones de GEI y permite el cálculo para aplicar el impuesto del carbono a los combustibles impuesto por la reciente Reforma Tributaria.

Algunos resultados

Introducción a Colombia de técnicas modernas para la investigación y el desarrollo tecnológico en combustión

- Técnicas láser para el diagnóstico de la combustión y estudio de formación de especies químicas en sistemas reactivos.
- Técnicas la medición de la intensidad de turbulencia y velocidad de deflagración turbulenta.
- Aplicación de técnicas de monitoreo de especies químicas en sistemas reactivos.
- Aplicación de técnicas para la medición de inestabilidades dinámicas en cámaras de combustión.
- Combustores para IDI: combustión sin llama, oxicomustión, combustión sumergida y C.L.C



Láser para diagnóstico de combustión



Medidor de intensidad de turbulencia

Reactor CLC



“Optimización y Desarrollo Tecnológico en Eficiencia Energética Térmica en Procesos Industriales”



Objetivo: realizar investigaciones fenomenológicas, simulaciones numéricas y desarrollos tecnológicos o adaptación de tecnologías, que sirvan de soporte para incrementar la eficiencia energética térmica en procesos industriales.

Tipos de proyectos realizados:

- Optimización, desarrollo tecnológico o adaptación de tecnologías de combustión y recuperación de calor en procesos de alta y baja temperatura.



- Complementariedad de diversas fuentes energéticas disponibles en procesos industriales, valorando energéticamente desechos industriales, para incrementar la eficiencia energética, disminuir impactos ambientales e incrementar la disponibilidad energética de los procesos.



INCOMBUSTION II, contrato 474-2016

Colciencias – Incombustion- RESULTADOS

Resultados

- **Nuevo conocimiento:** 6 artículos en revistas con alto factor de impacto.
- Desarrollos tecnológicos:
 - Cuatro prototipos de combustión y calentamientos avanzados.
 - Soporte CT para la transferencia internacional de un sistema de combustión con auto recuperación de calor.
 - Dos solicitudes de patentes.
- Formación de recurso humano: seis estudiantes de maestría, uno de doctorado y 11 de pregrado.
- Impactos económicos y ambientales: ahorro de combustible en 30% , reducciones de emisiones de Mp, NO y de gases de efecto invernadero.
- Identificación y ponderación de barreras para la modernización tecnológica en sistemas de combustión y calentamiento.



Presupuesto Red INCOMBUSTION II

INCOMBUSTION II

RUBROS	FINANCIADO POR COLCIENCIAS	CONTRAPARTIDA		TOTAL
		EJECUTORA	OTRAS	
PERSONAL CIENTIFICO	\$ 516.000.000	\$ 359.038.880	\$ 236.896.398	\$ 1.111.935.278
SALIDAS DE CAMPO	\$ 39.273.000	\$ 0	\$ 0	\$ 39.273.000
MATERIALES E INSUMOS	\$ 308.064.582	\$ 0	\$ 301.815.982	\$ 609.880.564
SERVICIOS TECNICOS	\$ 83.108.400	\$ 5.000.000	\$ 65.600.000	\$ 153.708.400
EQUIPOS	\$ 124.000.000	\$ 178.000.000	\$ 60.000.000	\$ 362.000.000
SOFTWARE	\$ 5.000.000	\$ 60.000.000	\$ 0	\$ 65.000.000
VIAJES	\$ 45.000.000	\$ 0	\$ 0	\$ 45.000.000
PUBLICACIONES	\$ 33.252.000	\$ 2.000.000	\$ 0	\$ 35.252.000
EVENTOS ACADEMICOS	\$ 19.032.000	\$ 0	\$ 0	\$ 19.032.000
ADMINISTRACIÓN	\$ 88.269.998	\$ 0	\$ 0	\$ 88.269.998
TOTALES	\$ 1.260.999.980	\$ 604.038.880	\$ 664.312.380	\$ 2.529.351.240

II SEMINARIO INTERNACIONAL DE USO INDUSTRIAL SOBRE EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA TÉRMICA EN LA INDUSTRIA

UNA VISIÓN GLOBAL DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA

“Elementos para la discusión acerca de la creación del Instituto de Investigación e Innovación en Combustión Avanzada y Sostenible - Incombustion”

Presentado por comité científico de la Red:
Andrés Amell Arrieta - Farid Chejne
Carmen Forero - Bernardo Herrera
Diana López

Organiza:



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



Institución Universitaria



Universidad
del Valle

Apoya:



COLCIENCIAS
Ciencia, Tecnología e Innovación

Medellín, 27 de marzo de 2019

1. Por qué un instituto: Pertinencia y justificación

- Combustión de combustibles aporta el 85% de la energía final en la economía colombiana.
- Mayores pérdidas de energía en la economía colombiana se generan en sistemas de combustión y calentamiento: 52% de pérdida -> costos 15 billones de pesos/año.
- Brecha tecnológica profunda en CCC con respecto al estado de la técnica internacional: 20 a 40 años.
- Emisiones críticas y efectos sobre la calidad del aire.
- Índices críticos de incendios forestales y urbanos, consecuencia destrucción de ecosistemas estratégicos y biodiversidad.
- Compromisos de Colombia en relación de reducción de GEI en el Cop21.
- Reducida masa crítica en CTI en materia de CCC.
- Reducida capacidad para la producción nacional de equipos de combustión y calentamiento de nueva generación y para prestación de servicios de ingeniería moderna: CFD, tratamiento de imágenes y otros.
- Complementariedad entre CCC y energía renovable: rol en la transición energética.
- El papel de los CCC como factor de equidad social y desarrollo regional en Colombia.
- Oportunidad para el trabajo científico digno de la masa crítica formada en las Us en los últimos 10 años y de retorno de parte de la diáspora.

Antecedentes y características

2. Antecedentes

- Agendas de investigación en combustión y calentamiento soportadas por grupos de investigación A1
- Red INCOMBUSTION I
- Red INCOMBUSTION II
- Referentes internacionales

3. Características del instituto

- Acercar e inducir la interacción entre la oferta y la demanda de conocimientos, tecnologías, *know how* y buenas prácticas en CCC.
- Funcionamiento de acuerdo a un régimen público-privado, constituido por:
 - Grupos de investigación de Us
 - Sector industrial intensivo en consumo de energía térmica
 - Entidades de control ambiental
 - Formuladores de políticas públicas en energía, medio ambiente y desarrollo tecnológico industrial
 - Institutos de investigación internacionales
 - Proveedores de tecnologías nacionales e internacionales.

... 3. Características del instituto

- Operación y funcionamiento en un modelo público privado.
- Articulado al sistema nacional de CTI y preferiblemente anclado en el nuevo Ministerio de CTI.
- Con capacidad de producir nuevo conocimiento, seguir y apropiar al cambio científico y tecnológico internacional en cuanto a CCC:
 - Abordar y resolver problemas en CCC en los sectores industriales, zonas rurales, transporte, generación eléctrica residencial
 - Protección de la biodiversidad contra incendios, calidad del aire en centros urbanos
 - Apoyar el desarrollo tecnológico industrial para la fabricación nacional de equipos térmicos
- Con presencia e interacción con las regiones.
- Identificación y solución de problemas en CCC sectoriales transversales con gran potencial de impacto.

... 3. Características del instituto

- Proactividad en el seguimiento para la generación y evaluación de las políticas públicas nacionales y regionales, relacionadas directa e indirectamente con CCC.
- Participación activa de las universidades en el desempeño de I+D+i del instituto y espacio para la formación de recurso humano a nivel de posgrado.
- Participación activa de las universidades en el desempeño de I+D+i del instituto y espacio para la formación de recurso humano a nivel de posgrado.

Aliados estratégicos y financiación

4. Aliados estratégicos

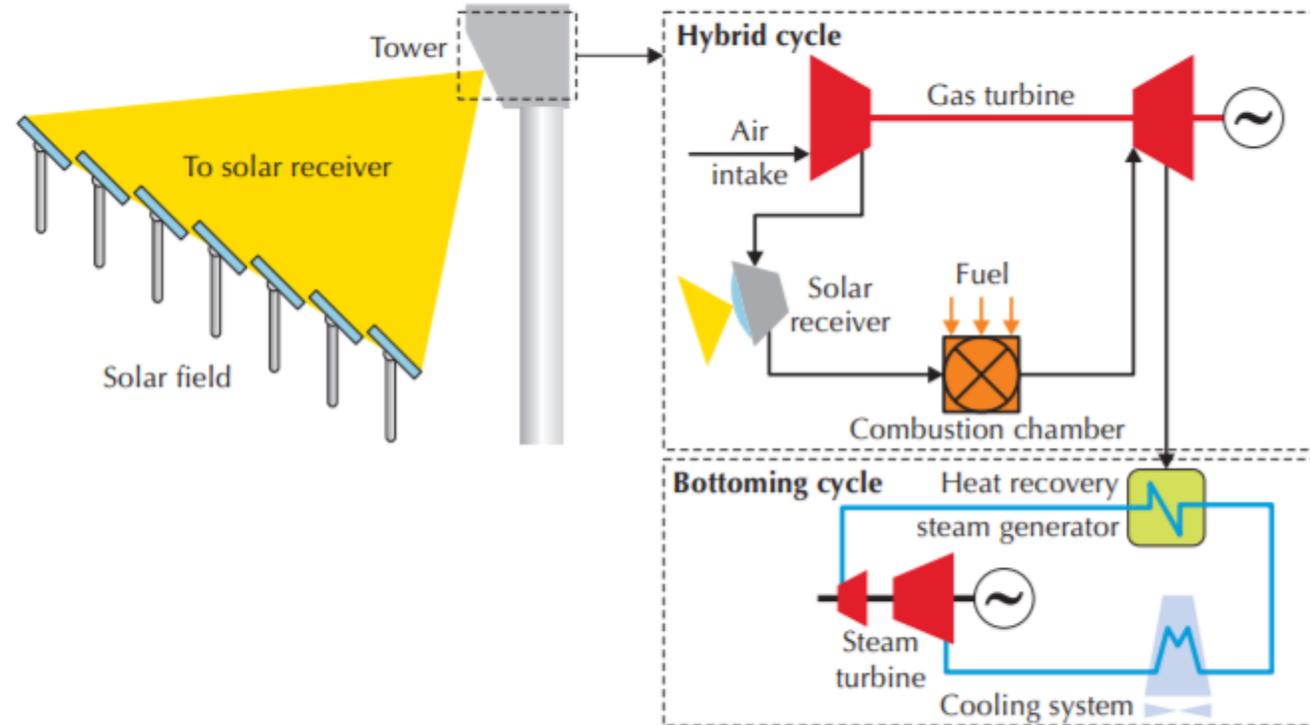
- Grandes consumidores industriales de energía térmica: ECOPETROL, IMAL, SUMICOL, SIDOC, etc.
- Pequeñas y medianas empresas intensivas en consumo de energía térmica.
- Generadores térmicos de electricidad.
- Productores, transportadores y distribuidores de gas natural, biocombustible, biomasa, carbón.
- Corporaciones ambientales: calidad del aire y prevención de incendios.
- División de Cambio Climático. MADS.
- Ministerio de Minas y Energía, y UPME
- Ministerio de Industria y Comercio. Productividad y Transformación Productiva Nacional.

5. Financiación

- Aporte a su presupuesto de financiamiento , que se rige mediante una LEY* de origen estatal del orden nacional y regional. Anclado en el nuevo Ministerio de CTI.
- Investigaciones y desarrollo tecnológicos contratados.
- Flujo de caja proveniente de la PPPDI (GD, PTM): proyectos pilotos productivos demostrativos e investigativo.

ANEXOS : COMPLEMENTARIEDADES ENERGIA RENOVABLE Y SISTEMAS DE COMBUSTIÓN.

Figure 8.4 Concept of combined-cycle hybrid solar and gas tower plant with pressurised-air receiver



Source: PEGASE/CNRS.

Key point

Power-to-gas

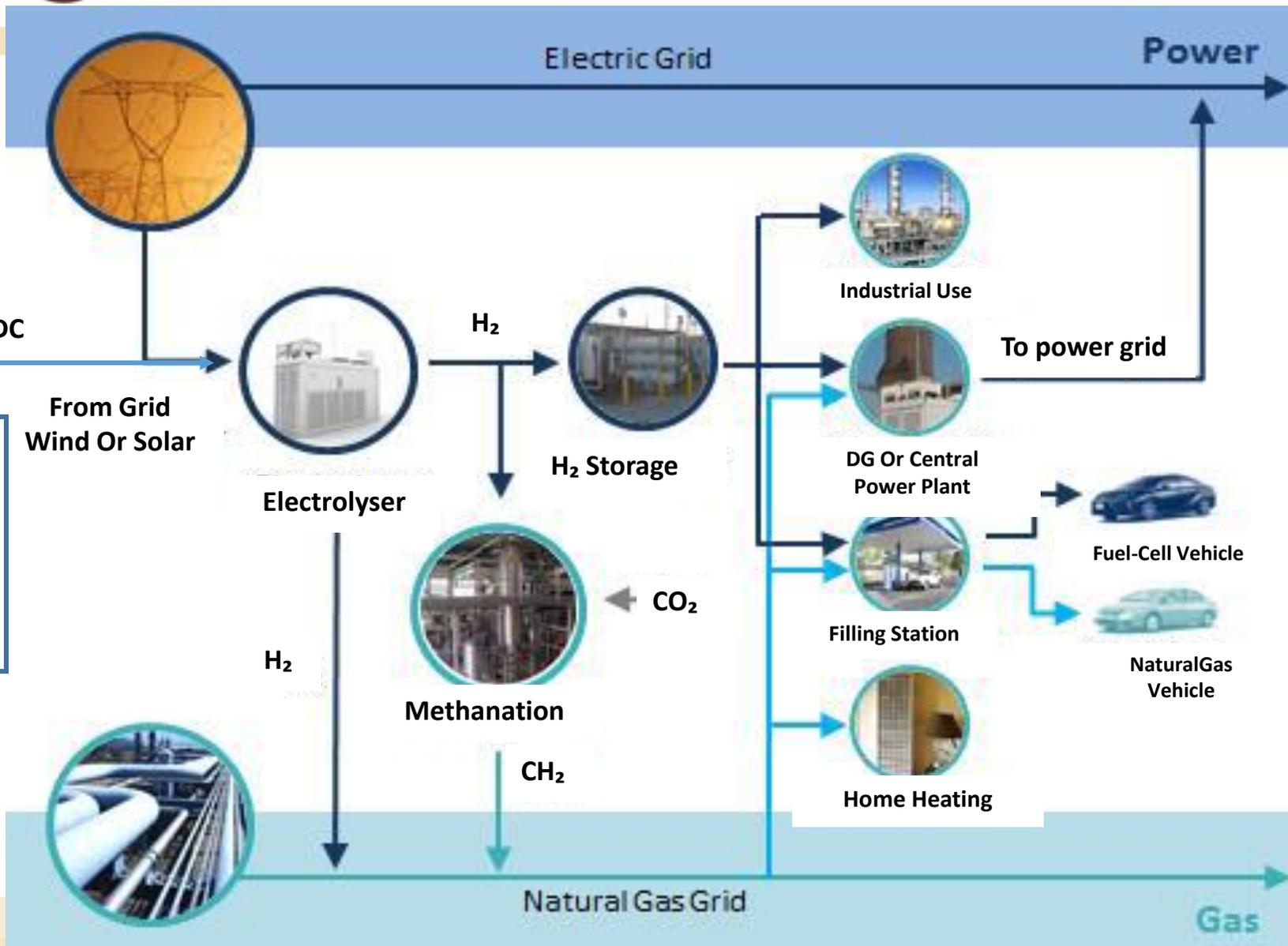
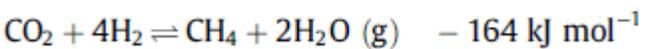
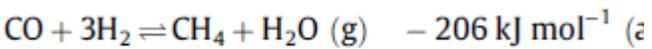
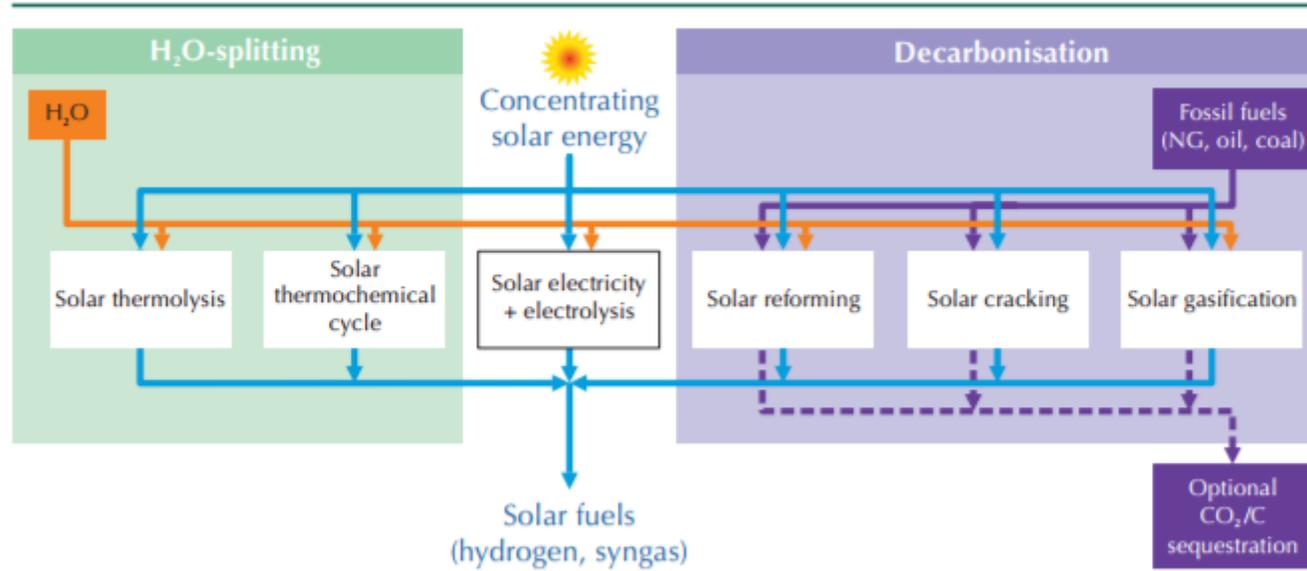


Figure 9.1 Routes to hydrogen from concentrating solar energy



Source: PSI/ETH-Zürich.