

LA ECONOMÍA CIRCULAR DEL CARBONO APLICADA A DISTRITOS TÉRMICOS EN RUTA A LA NEUTRALIDAD SOSTENIBLE.

Ing. Marlon Cabrera

Ing. Marlon Cabrera

BSME, MSEM, CRL, CEM, CEA

- Mechanical & Energy Engineer
- Master in Energy Management
- Certified Energy Manager
- Certified Energy Auditor
- Specialized in Cogeneration conceptual design,
- O&M, optimization, Energy Efficiency,
- Thermal energy technologies,
- PPA's,
- Propane Gas Maritime terminal management.





AGENDA

De la Cuna a la Cuna

Economía Circular y Lineal

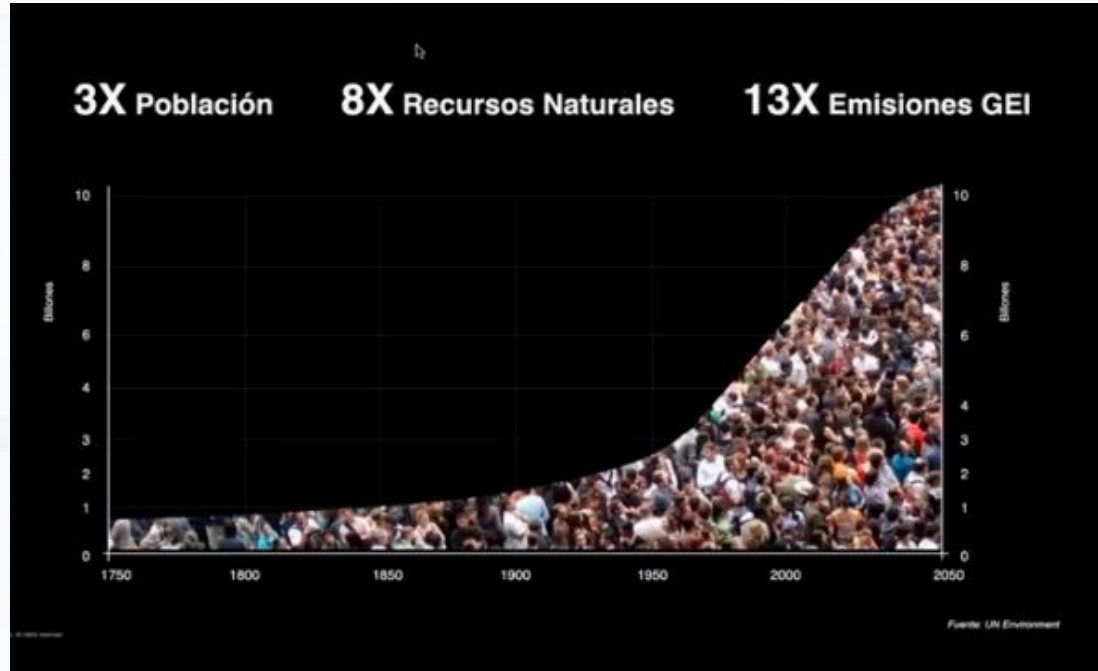
Distritos Energéticos Distribuidos

Eficiencia Energética

Descarbonización

Casos de estudio

DE LA CUNA A LA TUMBA



ECONOMÍA LINEAL

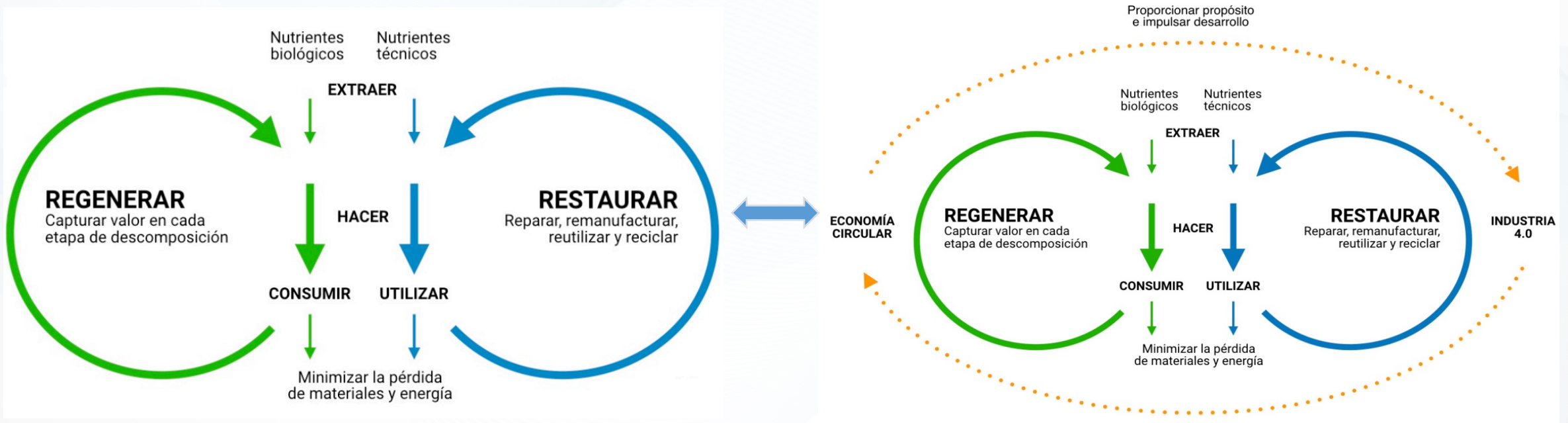


Materia prima

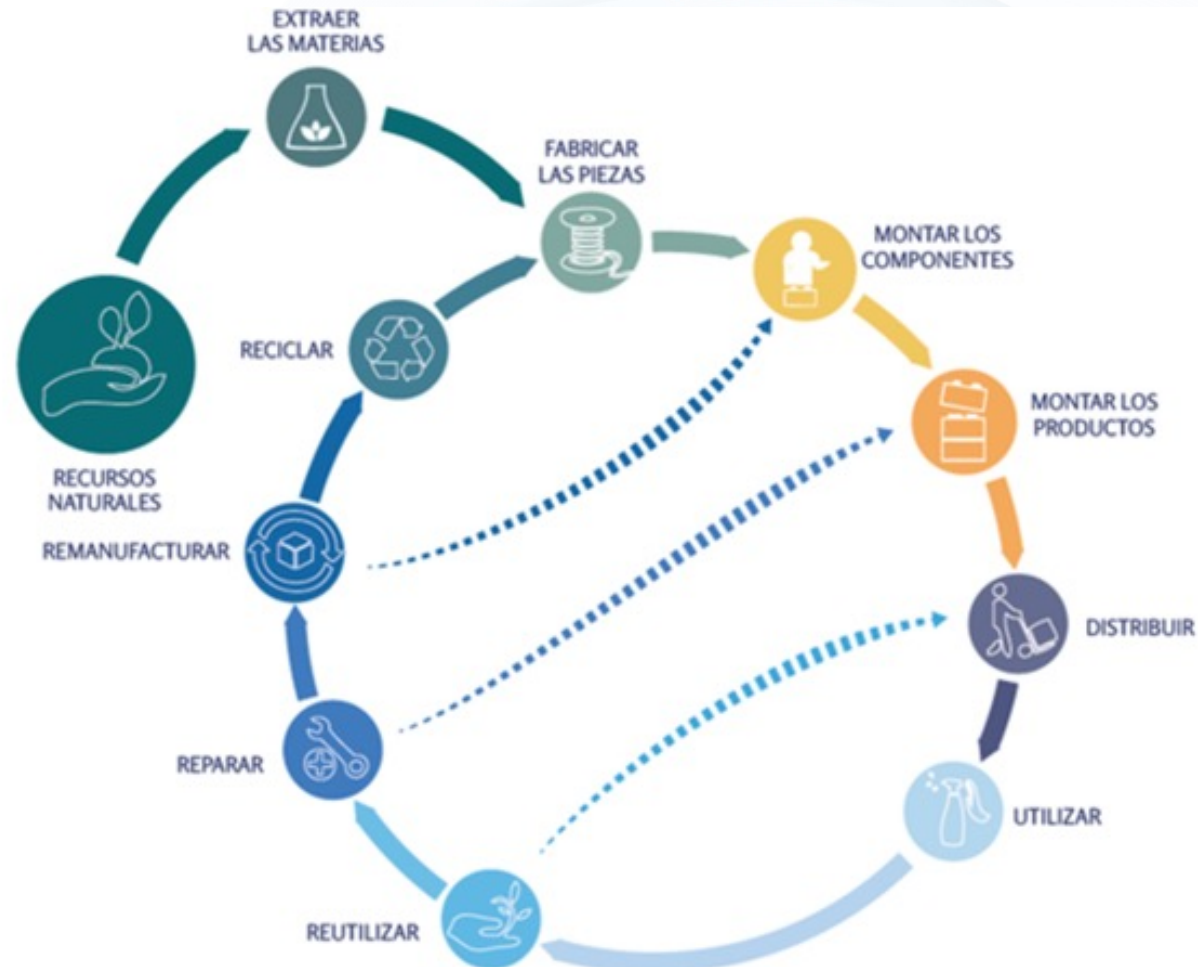
**Producción y
consumo**

Desechar

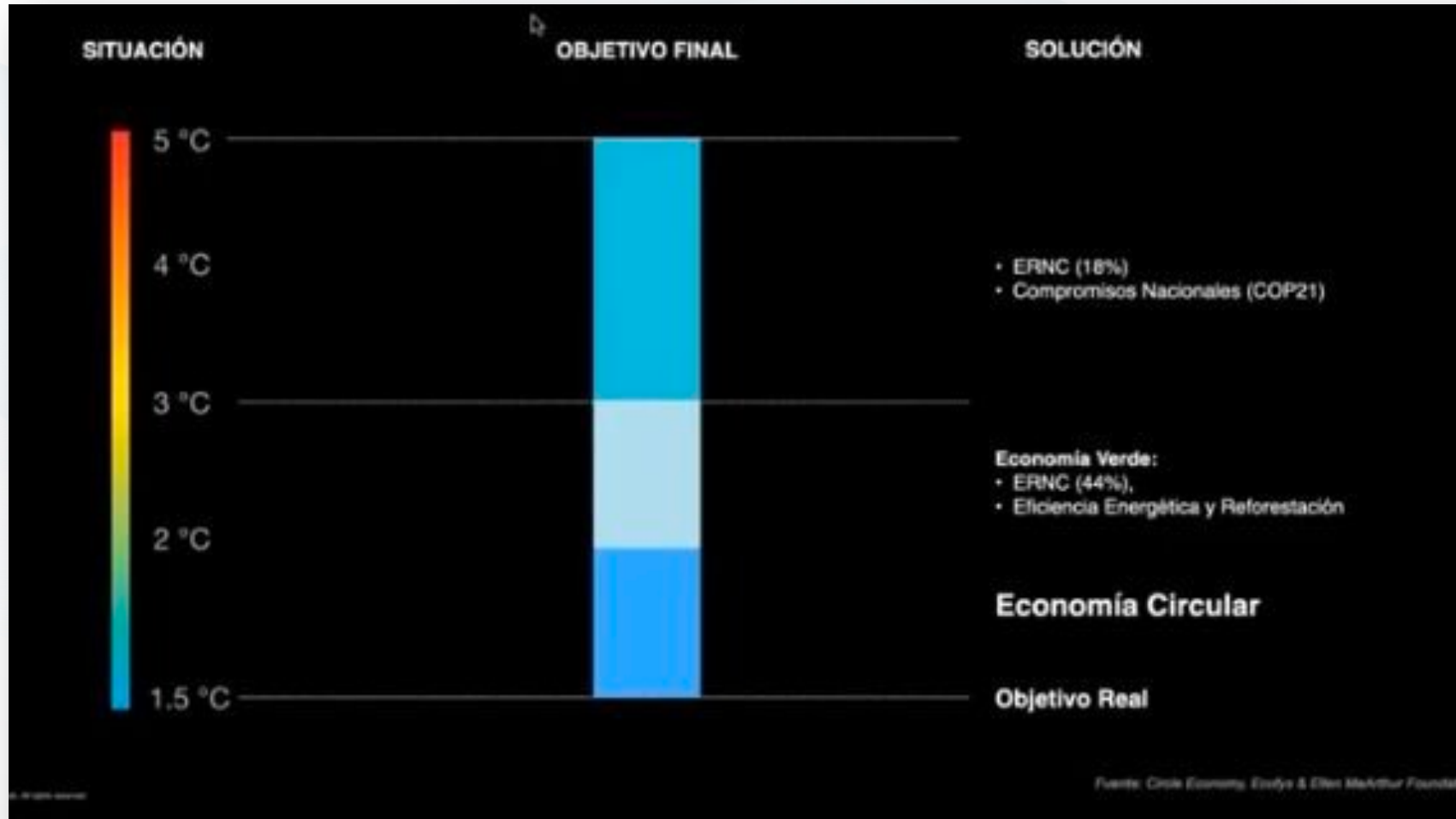
ECONOMÍA CIRCULAR INDUSTRIA 4.0



ECONOMÍA CIRCULAR



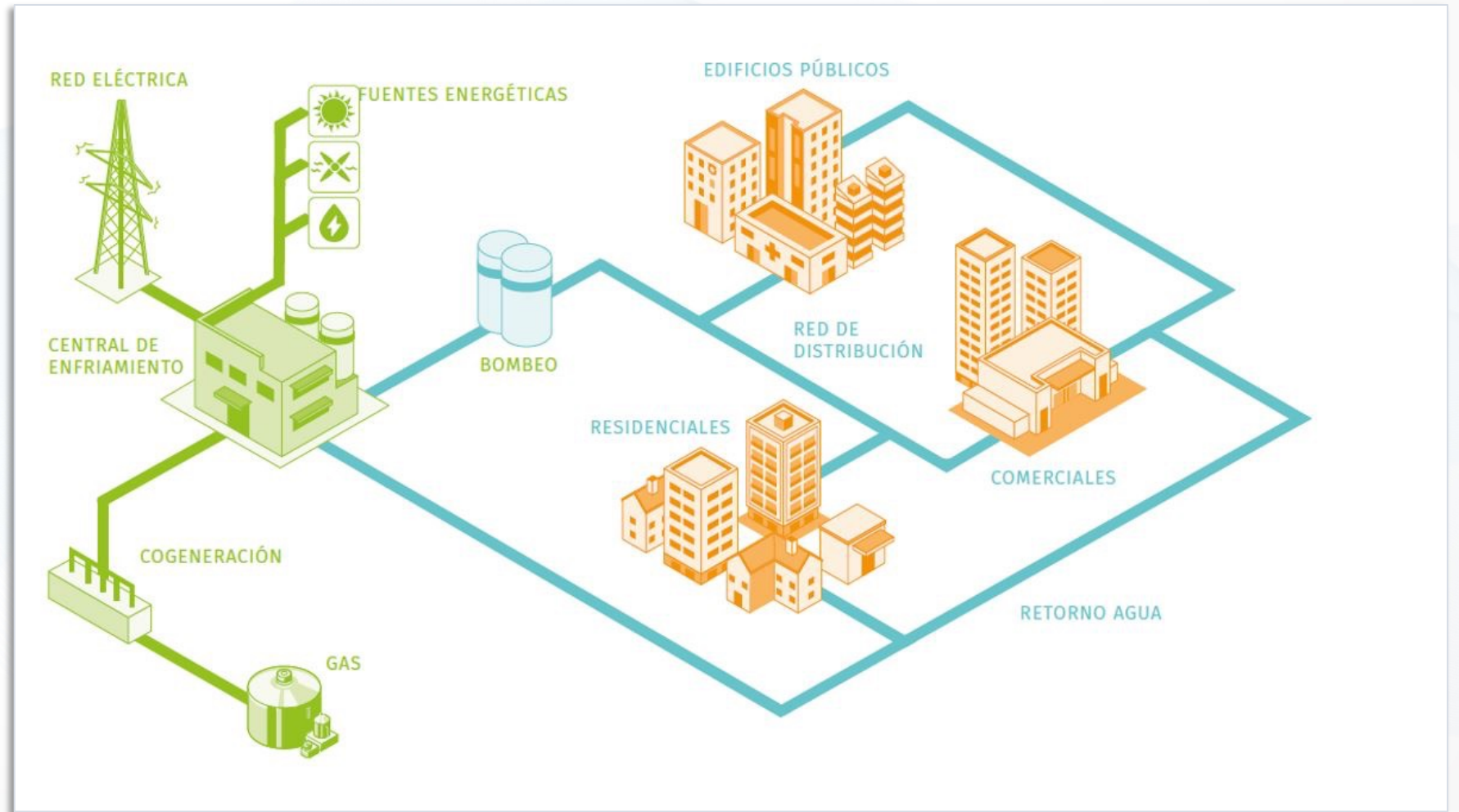
SOLUCIONES CIRCULARES



CONCIENCIA - RESPONSABILIDAD - MEDIO AMBIENTE

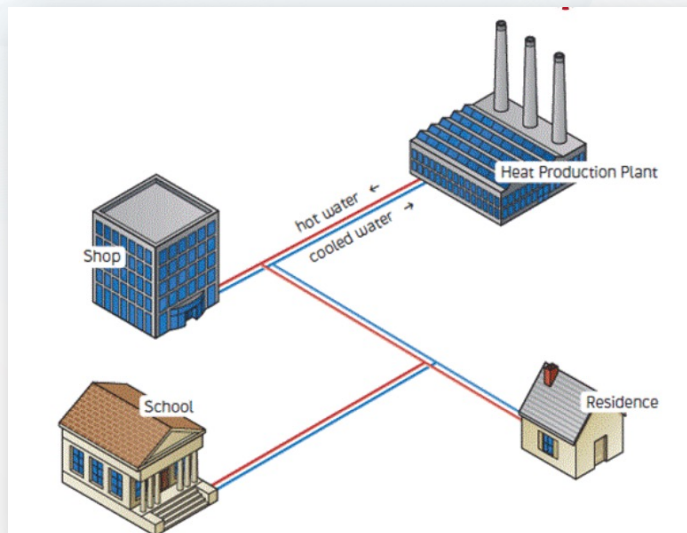
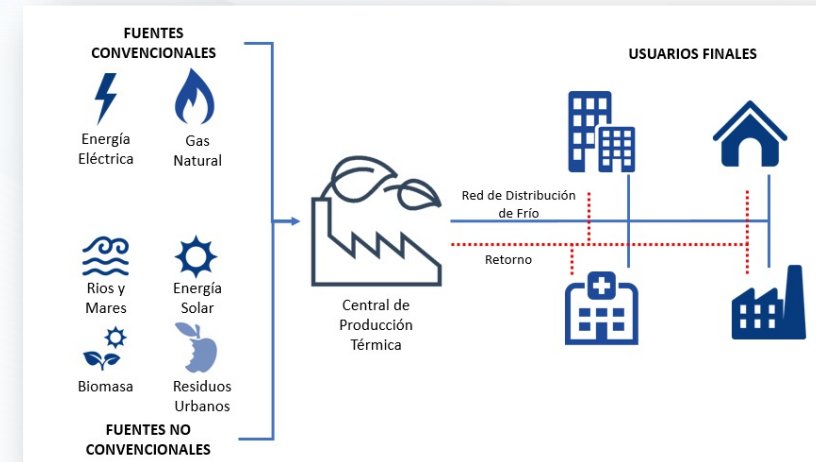


DISTRITOS TÉRMICOS



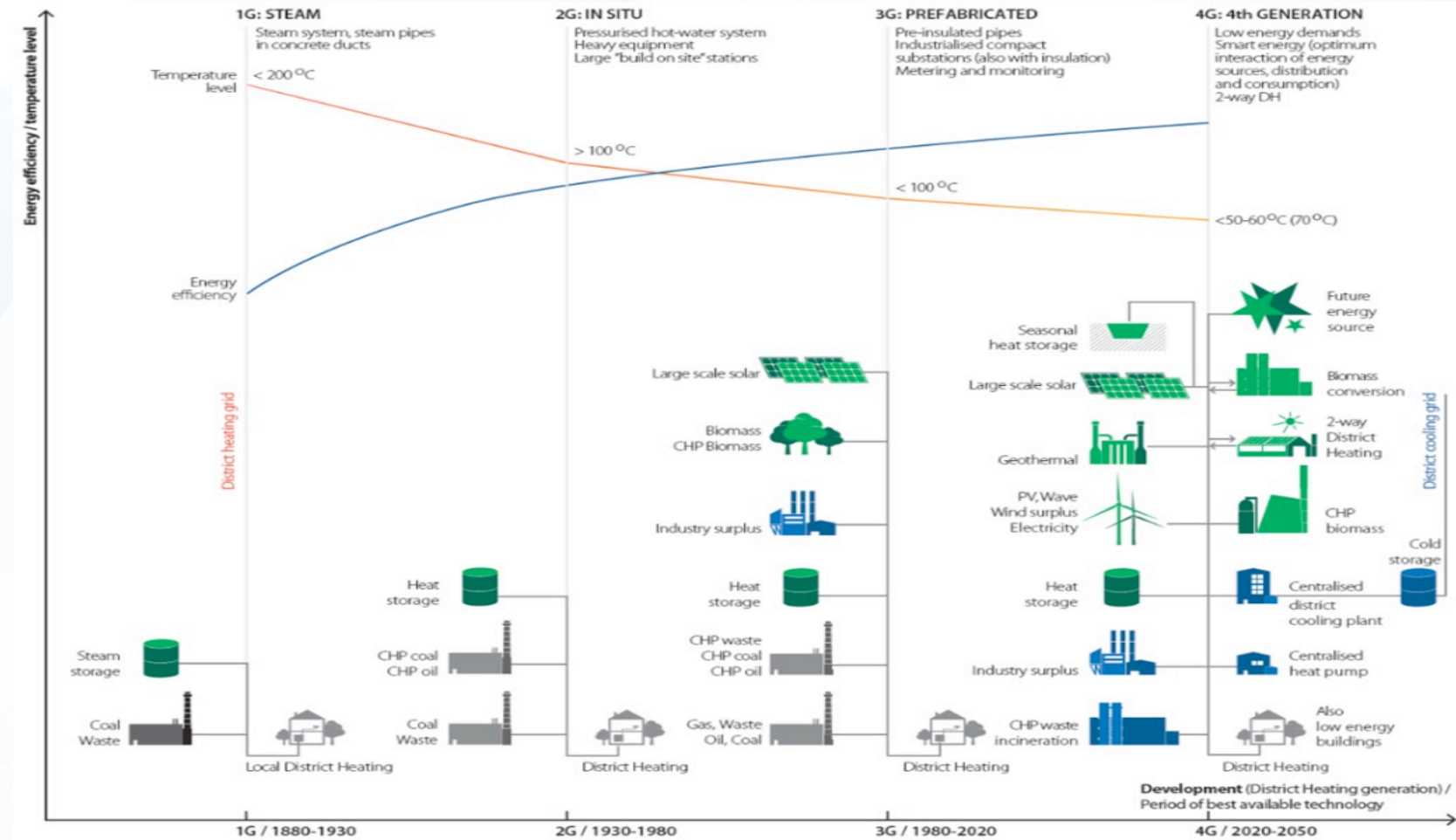
QUE SON LOS DISTRITOS TÉRMICOS

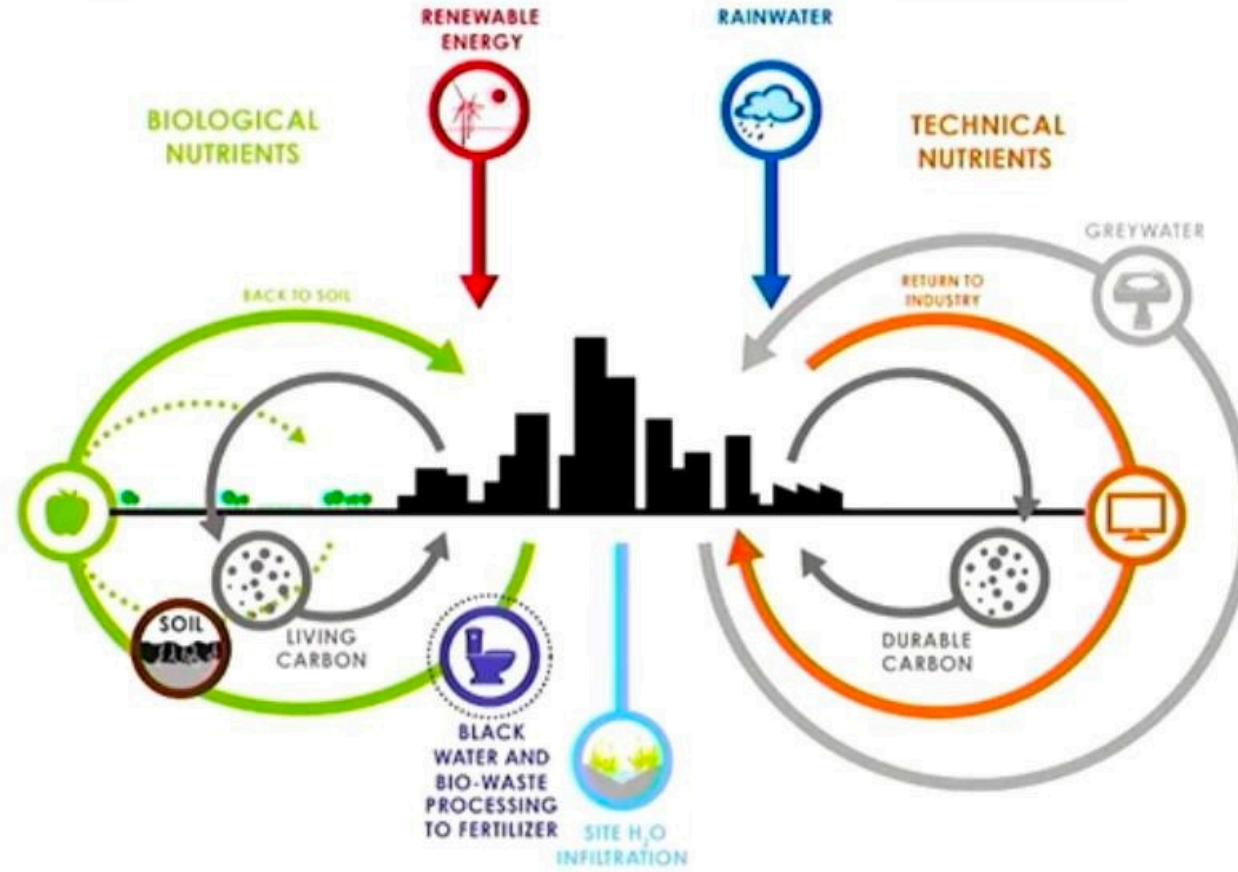
Los distritos energéticos distribuidos son sistemas que pueden utilizar múltiples fuentes de energía.



Permiten el uso de plantas de cogeneración (CHP), plantas de conversión de residuos en energía y otros excedentes industriales de calor/frío, así como varias fuentes de energía renovables para suministrar calor/frío a la red

DISTRITOS ENERGÉTICOS DISTRIBUIDOS, PASADO, PRESENTE Y FUTURO





“Circular Flow” Carbon Positive City

LOS ASPECTOS CLAVE DEL SISTEMA 4 DHC INCLUYEN:

Capacidad para suministrar calor a baja temperatura para calefacción de espacios y agua caliente sanitaria a edificios nuevos y existentes.

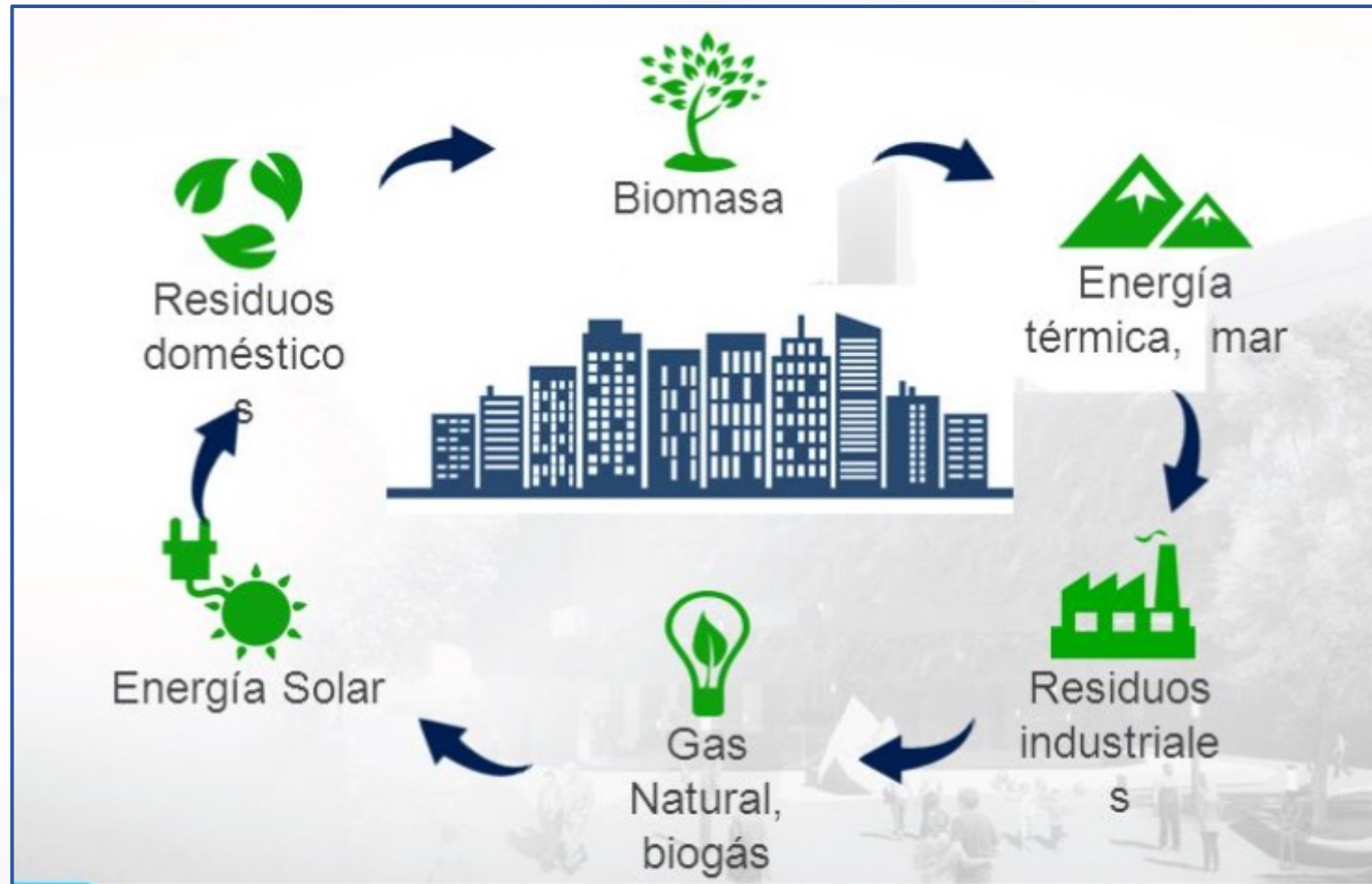
Capacidad de distribuir calor en redes con bajas pérdidas de red.

Capacidad para reciclar calor procedente de calor residual a baja temperatura e integrar fuentes de calor renovables como el calor solar y geotérmico.

Capacidad de ser un sistema energético integrado (sinergia con otras redes)

Capacidad para garantizar una planificación sostenible, una estructura de costes y motivación en relación con la operación y las inversiones.

DISTRITOS TÉRMICOS & ECONOMÍA CIRCULAR



DISTRITOS ENERGÉTICOS LA INFRAESTRUCTURA ENERGÉTICA RESILIENTE

Los parámetros clave que hacen que los distritos de energía sean resilientes son:

Múltiples fuentes de calor

Flexibilidad de combustible

Diseños de distribución en malla

Diseño y funcionamiento sencillos

Solución local y cerrada

Agua a presión

Niveles de temperatura bajos

CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

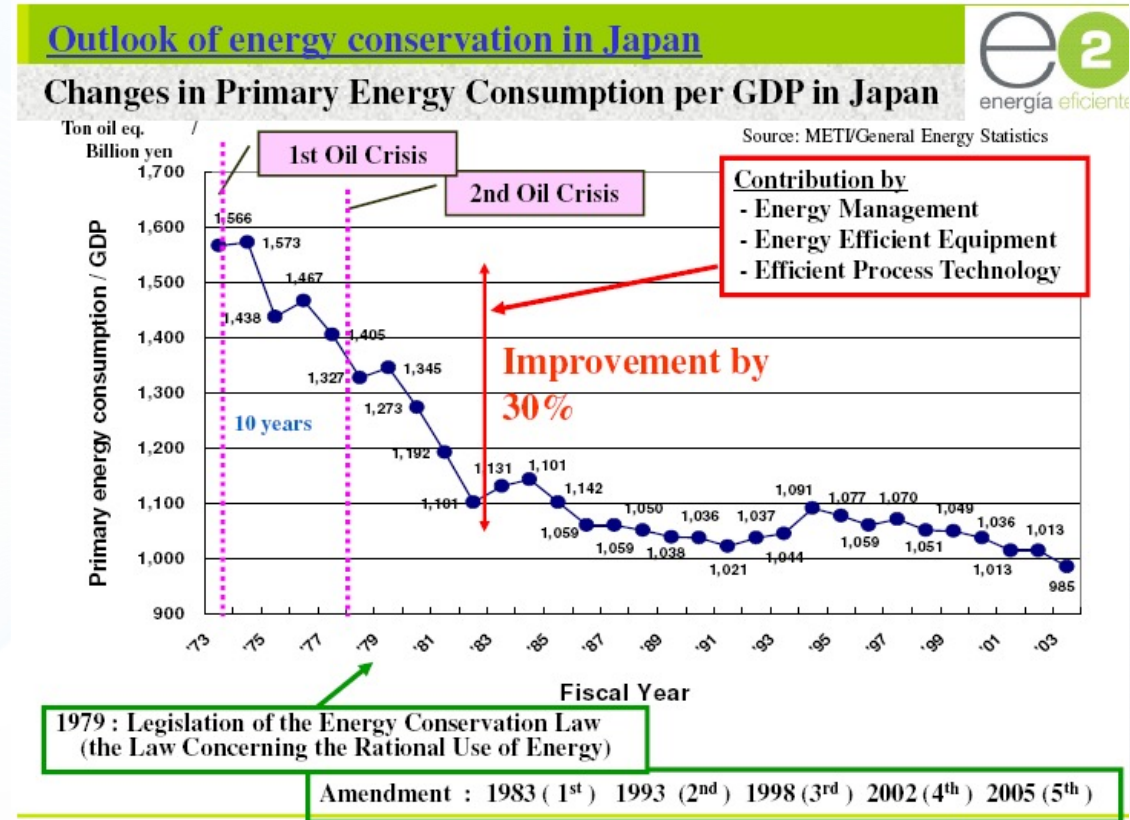
acaire[®]
Asociación Colombiana de
Acondicionamiento del Aire
y de la Refrigeración



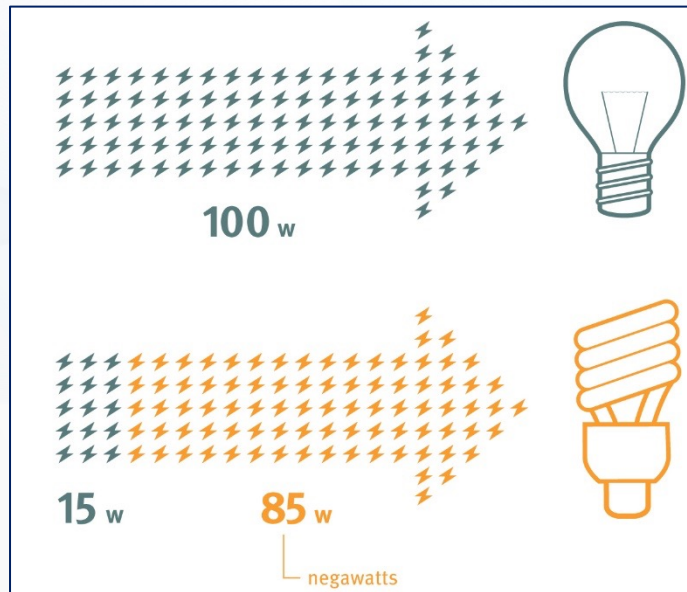
EFICIENCIA ENERGETICA

Eficiencia Energética (Gestión Energética) conocida como “El Quinto Combustible”: ésta puede ayudar a satisfacer la creciente demanda de energía con la misma seguridad que el carbón, el gas, el petróleo o el uranio.

Es la capacidad de un uso, instalación, proceso o equipo para realizar su función con el menor consumo energético posible.



POR QUE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA



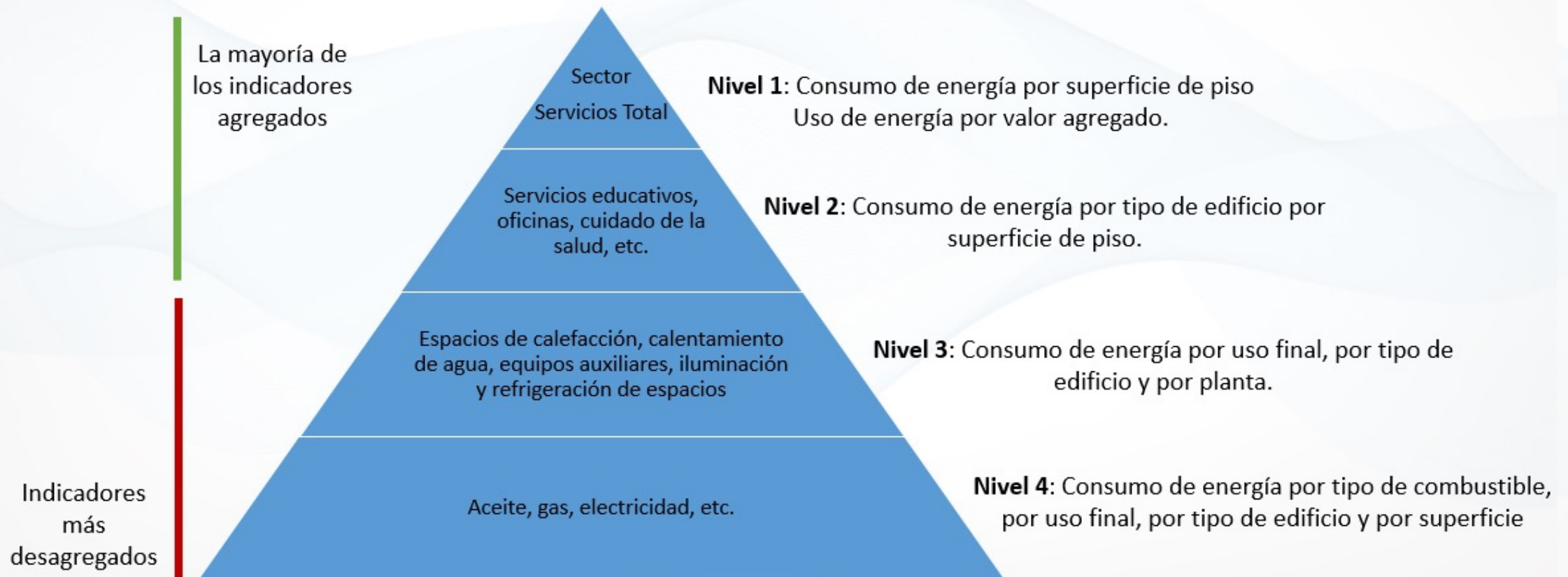
Los EE (o Negavattios) son más baratos que los Megavattios

EE proporciona los máximos beneficios en todo el sistema

La EE reduce la necesidad de importaciones y ahuyenta los recursos

EE mitiga el riesgo de vulnerabilidades en el suministro

INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA



CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

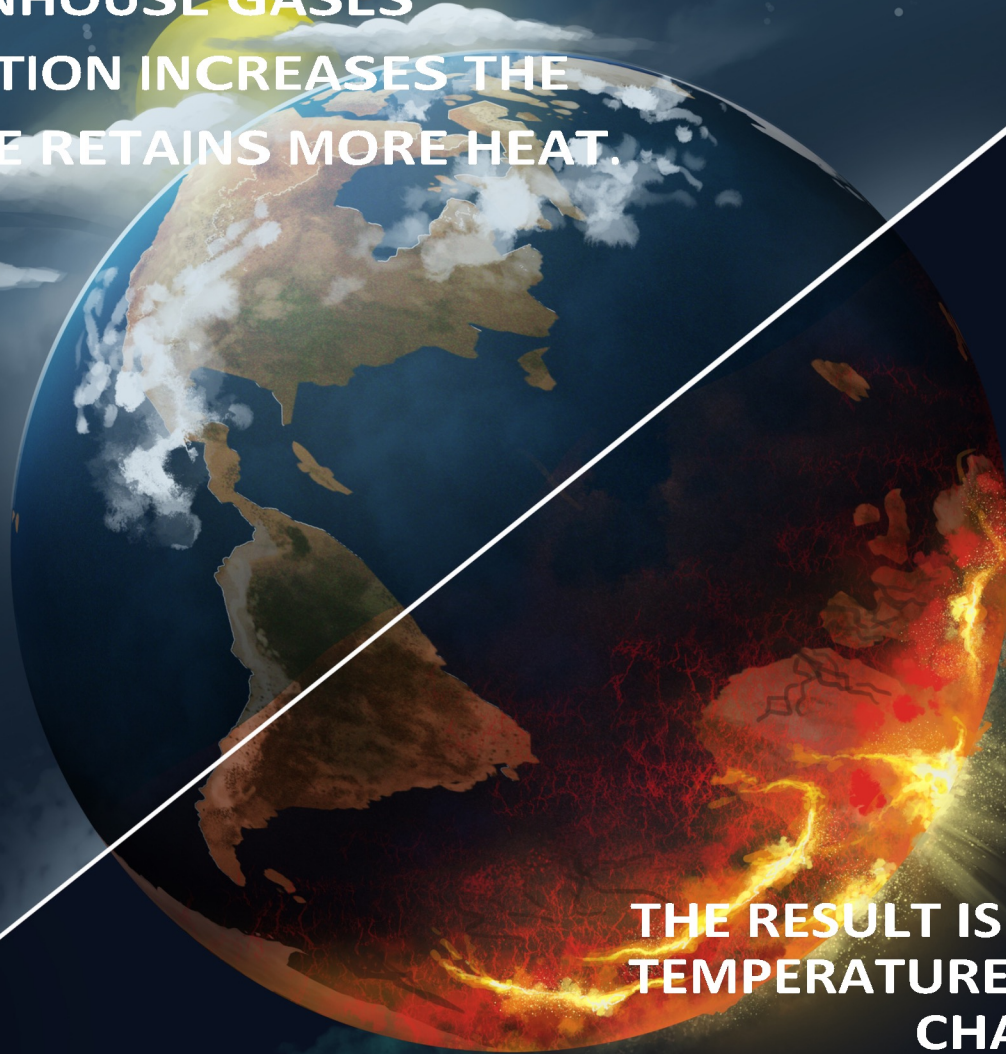
acaire[®]
Asociación Colombiana de
Acondicionamiento del Aire
y de la Refrigeración



DESCARBONIZACION

TODAY

**WHEN GREENHOUSE GASES
CONCENTRATION INCREASES THE
ATMOSPHERE RETAINS MORE HEAT.**



**THE RESULT IS AN INCREASE IN THE AVERAGE GLOBAL
TEMPERATURE (GLOBAL WARMING) AND PARTICULAR
CHANGES IN THE CLIMATE CAUSED BY THIS
PHENOMENON (CLIMATE CHANGE)**

TOMORROW

IMPORTANCIA DE LA DESCARBONIZACIÓN



Calentamiento Global:

Las emisiones de carbono procedentes de las actividades humanas están provocando el cambio climático.

La descarbonización es crucial para reducir los gases de efecto invernadero.



Función de HVAC:

HVAC representa alrededor del 40% de la energía consumida en una planta de fabricación, energía que se consume en forma de combustibles fósiles y energía eléctrica.



Beneficios:

Minimiza la huella de carbono

Reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y frena el cambio climático

Mejora la calidad del aire y reduce los problemas respiratorios.

Crea nuevas oportunidades laborales en el sector de las energías limpias

CARBONO NEUTRO CERO, CERO NETO Y CARBONO CERO



Las emisiones de carbono que genera como persona o empresa se compensan, ya sea reduciendo sus emisiones de carbono o contrarrestando sus emisiones a través de proyectos de absorción de carbono, como la reforestación sostenible.

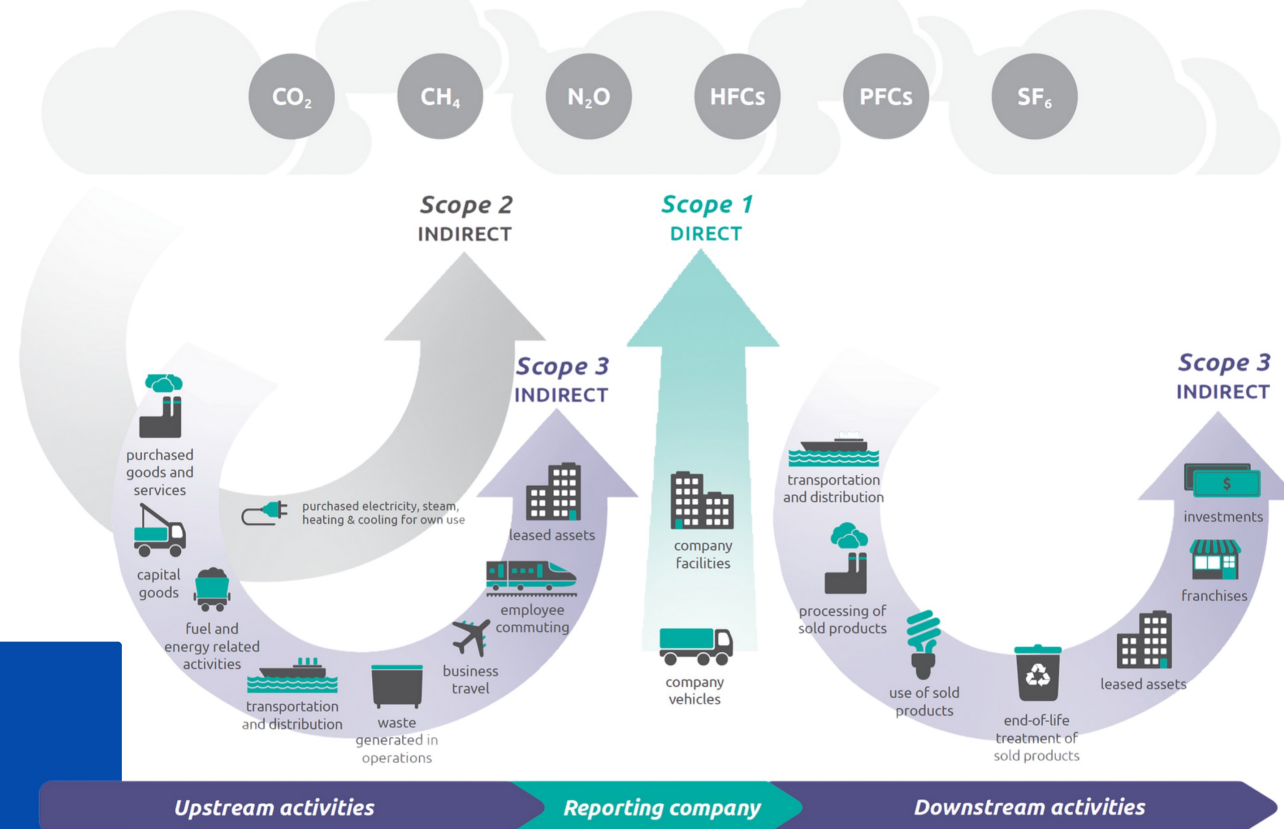


Equilibrio entre la cantidad de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) liberadas a la atmósfera y la cantidad de CO₂ eliminada de la atmósfera, lo que no genera ningún cambio neto y reduce las emisiones de gases de efecto invernadero.



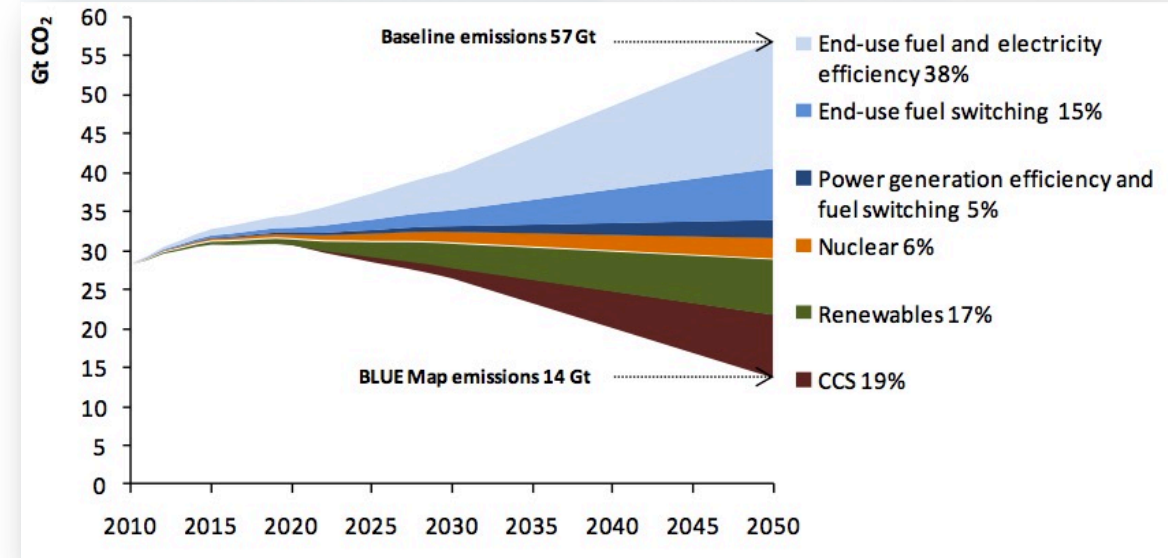
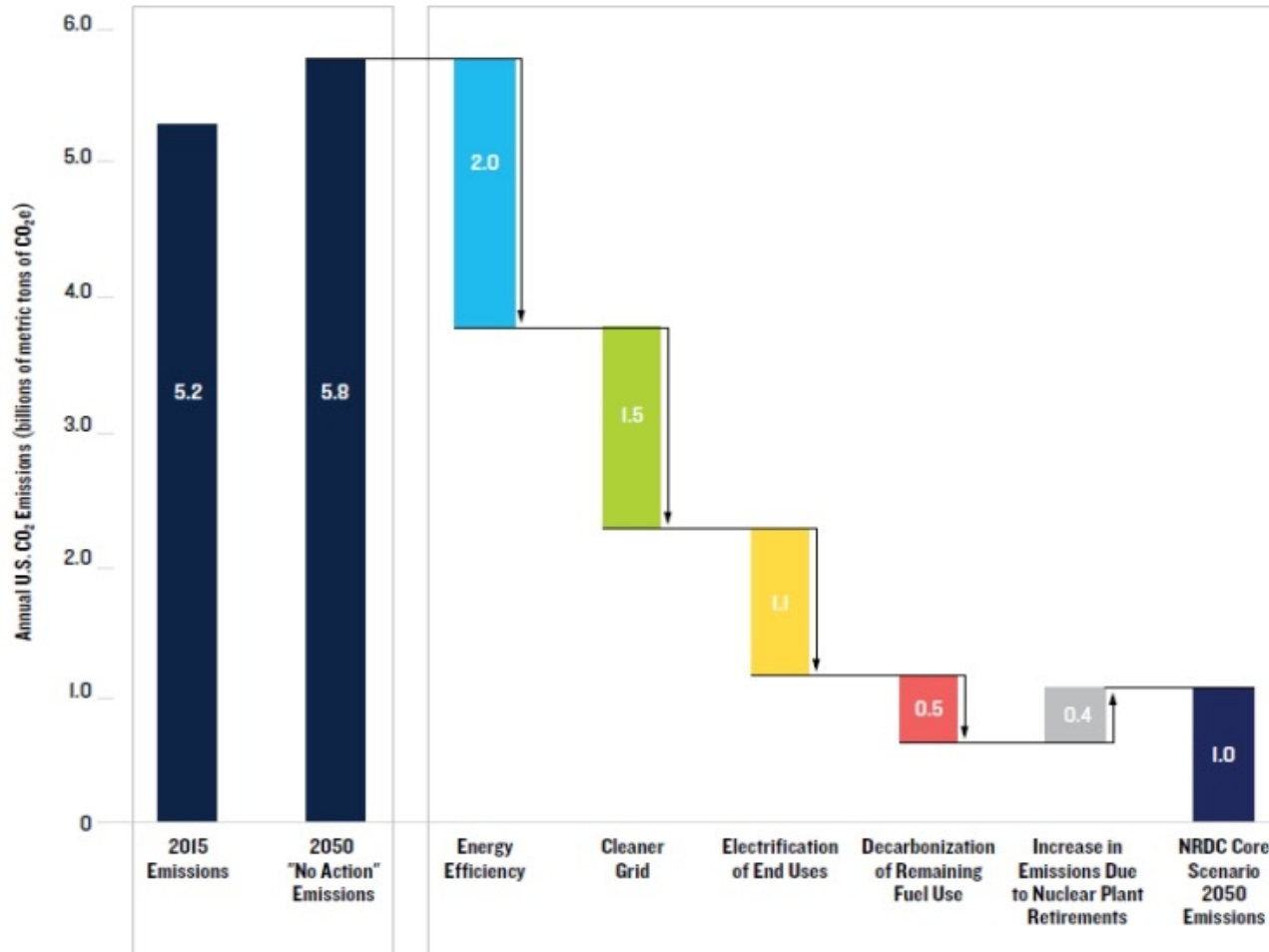
Eliminación o remoción completa de las emisiones de carbono, lo que no da como resultado una liberación neta de carbono a la atmósfera.

SCOPE 1/2/3 INVENTORY GUIDANCE



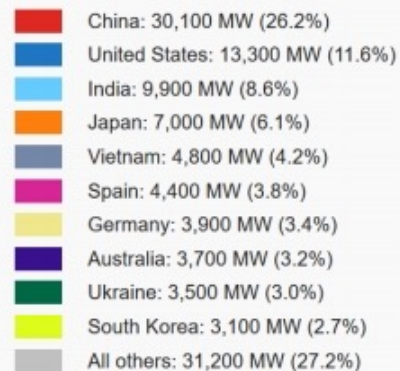
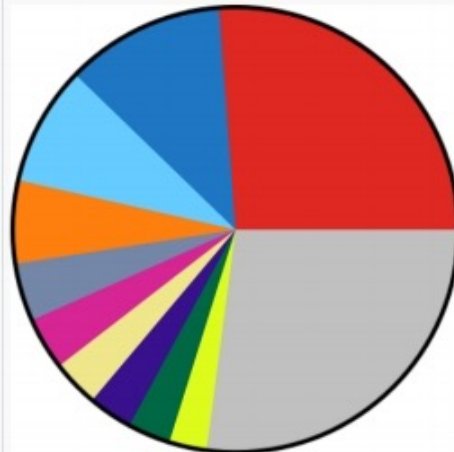
SOURCE: [HTTPS://WWW.EPA.GOV/CLIMATELEADERSHIP/SCOPE-1-AND-SCOPE-2-INVENTORY-GUIDANCE](https://www.epa.gov/climateleadership/scope-1-and-scope-2-inventory-guidance)

PRINCIPALES ESTRATEGIAS DE DESCARBONIZACIÓN PROFUNDA

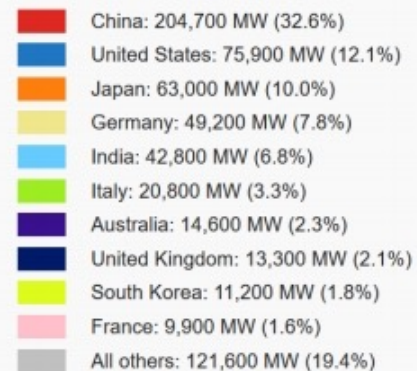
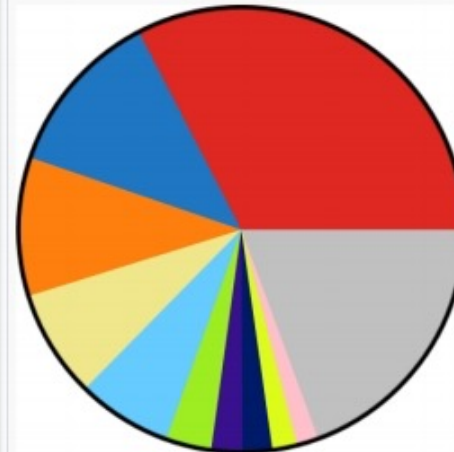


CRECIMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR EN TODO EL MUNDO

Top 10 countries by added solar PV capacity in 2019^[7]

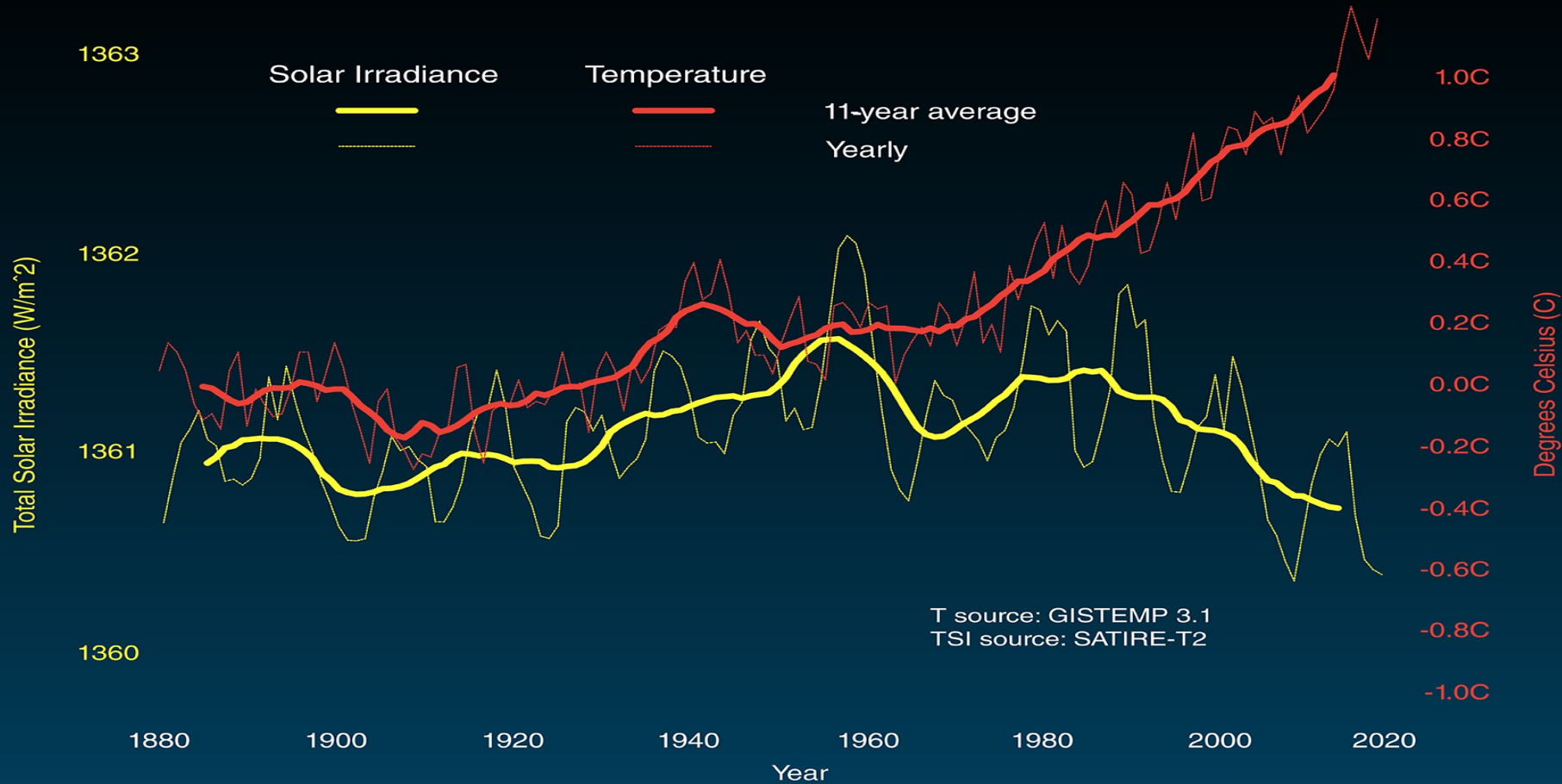


Top 10 countries by cumulative solar PV capacity in 2019^[8]



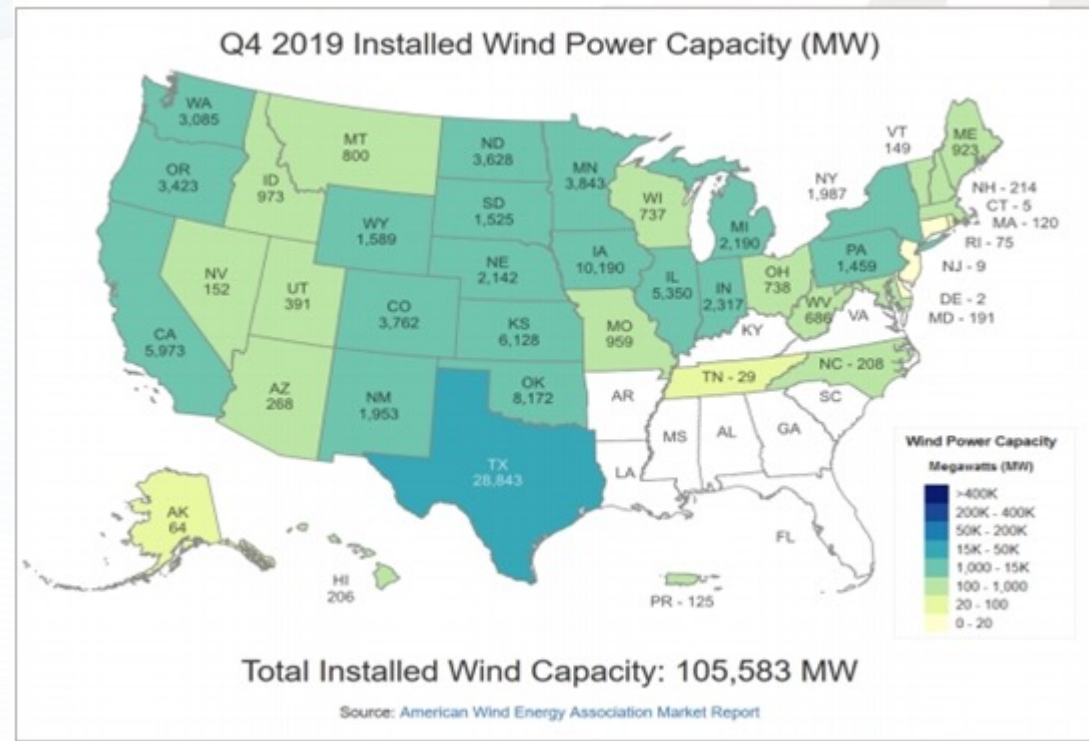


Temperature vs Solar Activity



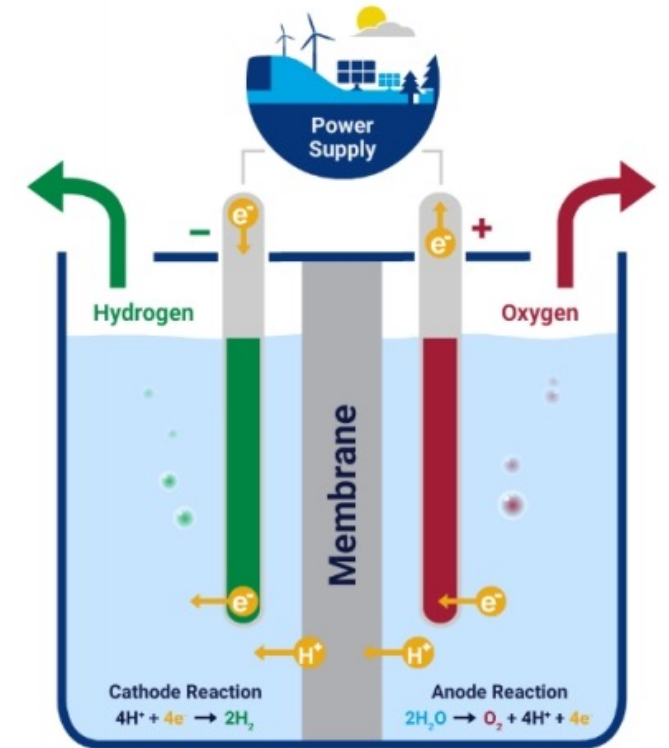
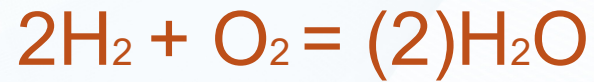
T source: GISTEMP 3.1
TSI source: SATIRE-T2

ENERGÍA EÓLICA



El hidrogeno es creado usando energía renovable.

Metano de combustión estequiométrica



Source: Wood Mackenzie, U.S. Department of Energy

VENTAJAS

- H₂O es el único subproducto
- de la combustión.
- Las calderas actuales se pueden modificar para quemar H₂O
- Se puede utilizar para generar vapor o agua caliente.




DESVENTAJAS

- No hay infraestructura actual para la distribución.
- El H₂O es explosivo. Puede afectar los códigos de construcción
- Requerirá tren de gas especial con seguridad adicional





**Artesis**

- **Model-based predictive maintenance**
- **Machine Learning Algorithms**

CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

 **acaire**[®]
Asociación Colombiana de
Acondicionamiento del Aire
y de la Refrigeración



Casos de Estudio

CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración



HALÉON

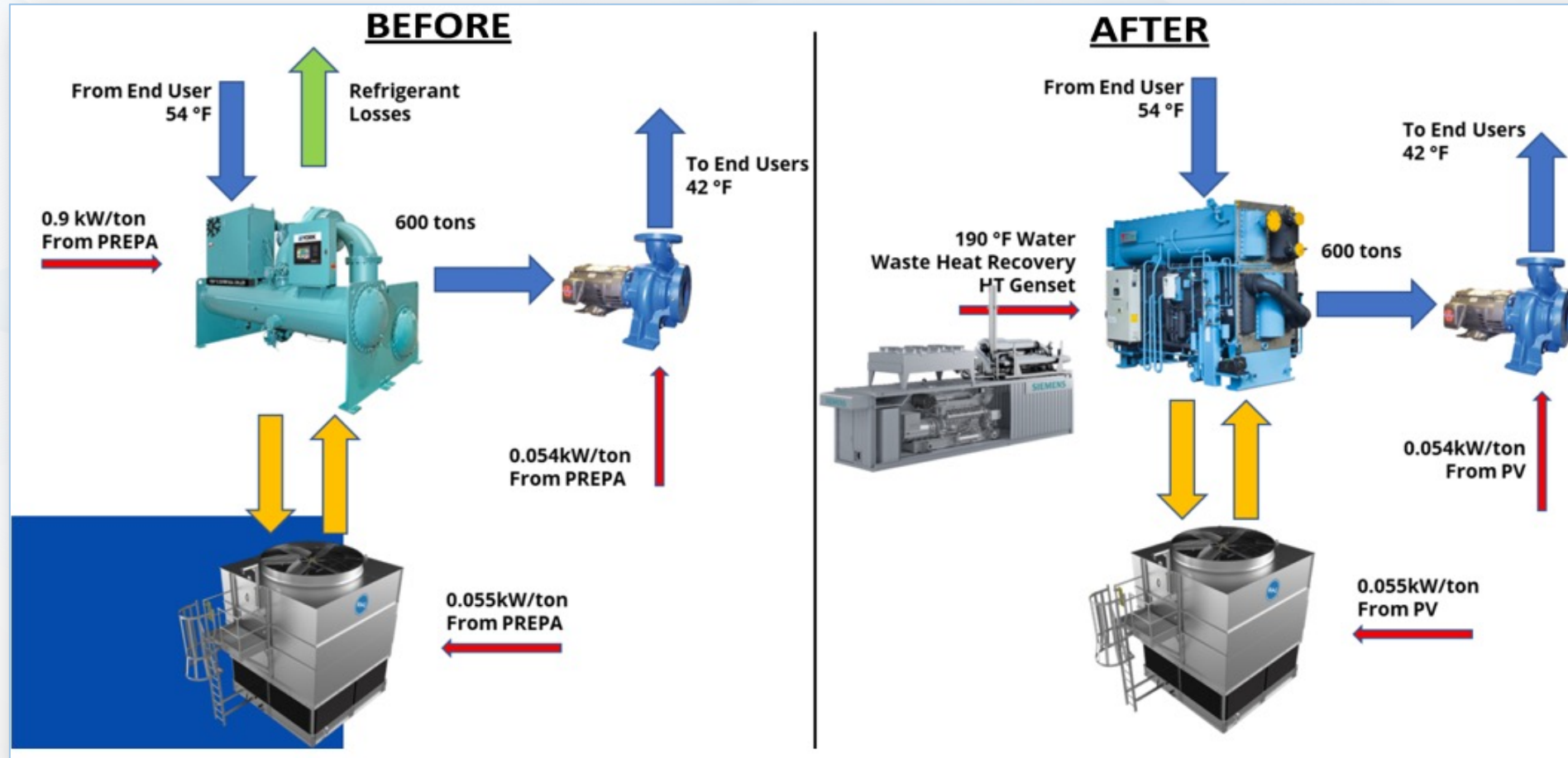
For Health. With Humanity.



Healthcare - Guayama

er Consumer

DESCARBONIZACIÓN DEL CIRCUITO DE AGUA HELADA



CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración



CO2 CÁLCULO DE EMISIONES - CIRCUITO DE AGUA ENFRIADA

- Operational time: 8,760 hrs
- Refrigerant R134A/ Global Warming Potential (GWP)
= 1,430
- Annual Leakage Rate = 2%
- PREPA emission factor = 0.000582 eTon CO2/kW
- Electrical Consumption
 - = 600 tons x 0.9 kW/ton x 8,760 hrs
 - = 4,730,400 kWh per year
- Chiller Indirect Emissions
 - = 4,730,400 kWh x 0.000582 eTon CO2/kW
 - **2,753 eTons CO2 per year**
- Chilled Water Pumps Indirect Emissions
 - = 600 tons x 0.054kW/ton x 8,760 hrs x 0.000582 eTon CO2/kW
 - **165 eTons CO2 per year**
- Chilled Water Pumps Indirect Emissions
 - = 600 tons x 0.055kW/ton x 8,760 hrs x 0.000582 eTon CO2/kW
 - **168 eTons CO2 per year**
- Total Indirect Emissions = **3,086 eTons CO2 per Year**
- Direct Emissions
 - Refrigerant charge amount x Annual leakage rate x Global warming potential
 - = [3,995 lbs x 2% x 1,430]/12,000 lbs/ton
 - **9.5 eTons CO2 per year**
- Total Emissions = Indirect Emissions vs Direct Emissions
 - = 3,086 eTons CO2 + 9.5 eTons CO2
 - **3,095.5 Tons CO2 per year**

CO2 CÁLCULO DE EMISIONES - CIRCUITO DE AGUA CALIENTE

- HVAC Reheat Heat Water System Information
 - Pump Flowrate = 1900 gpm
 - Entering Temp 115 F
 - Leaving Temp 105 F
 - Heat Exchanger Efficiency 95%
 - Boiler Efficiency 73%
- Heat requirement calculations water side
 - $Q = 500 \times \text{gpm} \times (T_{\text{out}} - T_{\text{in}})$
 - $= 500 \times 1900 \text{gpm} \times 10 \text{ F}$
 - 9,500,000 BTU/hr
- Heat requirement calculations steam side
 - $9,500,000 \text{ BTU/hr} / 0.95$
 - 10,000,000 BTU/hr
- Fuel Requirement
 - LPG Energy Content - 91,500 BTU/gal
 - $10,000,000 / (91,500 \times 0.73) = 150 \text{ gal/hr}$
 - Operating time: 8760 hrs
 - **1,311,475 gals/yr**
- LPG Emission Factor = 135.5 lbs CO2/MMBTU
 - $[1,311,475 \text{ gals/yr} \times 91,500 \text{ BTU/gal}] / 10^6 \times 135.5$
 - lbs CO2/MMBTU
 - **8,130 Tons CO2 per year**
- Hot Water Pumping Consumption
 - $= 100 \text{ hp} \times 0.746 \text{ kW/hp} \times 8,760 \text{ hrs}$
 - 653,496 kW/yr
 - $653,496 \text{ kW/yr} \times 0.000582 \text{ eTon CO2/kW}$
 - **380 eTon CO2/kW**
- Total Emissions
 - $[8,130 + 380] \text{ Tons CO2 per year}$
 - **8,510 Tons CO2 per year**

GRUPO ELECTROGENO COMBINADO DE CALOR Y TRANSFERENCIA



CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

BATERÍA TÉRMICA

acaire[®]
Asociación Colombiana de
Acondicionamiento del Aire
y de la Refrigeración



CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

SISTEMA FOTOVOLTAICO

acaire[®]
Asociación Colombiana de
Acondicionamiento del Aire
y de la Refrigeración



ALMACENAMIENTO TÉRMICO Y COLECTOR SOLAR



CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

acaire[®]
Asociación Colombiana de
Acondicionamiento del Aire
y de la Refrigeración

EMPIRE GAS - TERMINAL PROCARIBE



TERMINAL DE PROCARIBE



Inició operaciones en 1984

Operación continua 24hrs / 7 días

Procaribe importa el 85% del LPG que es comercializado y distribuido al sector de la salud, industrial y alimentos en P.R.

Operaciones:

- Descarga de LPG
- Almacenamiento de LPG
- Despacho de LPG

CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

PROCARIBE TRIGENERACIÓN CHP UNIVERSITY

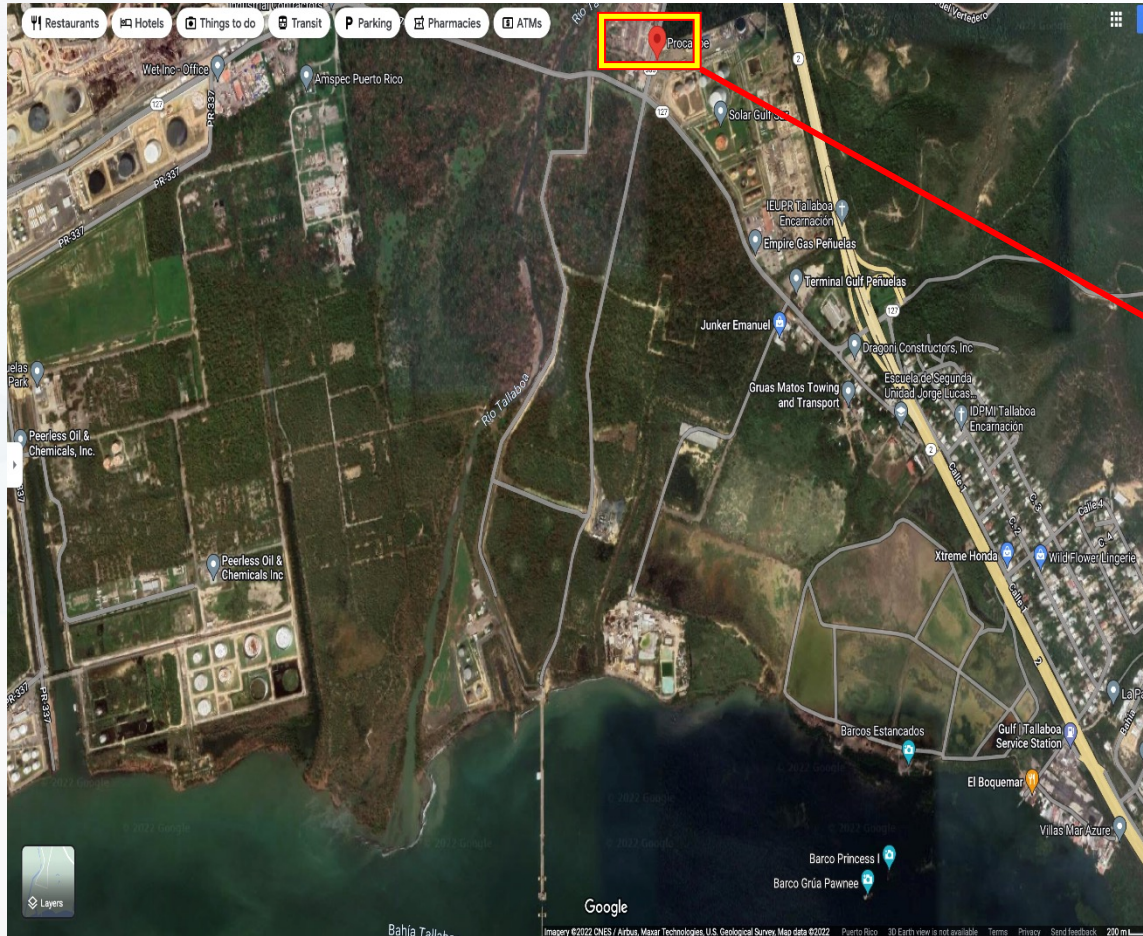
acaire[®]
Asociación Colombiana de
Acondicionamiento del Aire
y de la Refrigeración



COSTO DE ELECTRICIDAD DE ENERGÍA DE LA AEE: USD\$0.22/KWH
COSTO DE ELECTRICIDAD DE ENERGÍA DE PROPANO: USD\$0.06/KWH
AHORRO = \$700,800
RETORNO DE LA INVERSIÓN = 2,5 AÑOS

PROCARIBE TRIGENERACIÓN CHP UNIVERSITY





DISTRITO ENERGÉTICO PROCARIBE

CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

acaire[®]
Asociación Colombiana de
Acondicionamiento del Aire
y de la Refrigeración





SISTEMA DE CHP VIATRIS - PFIZER VEGA BAJA

ENFOQUE MODULAR

4 módulos idénticos

CAPACIDAD POR MÓDULO

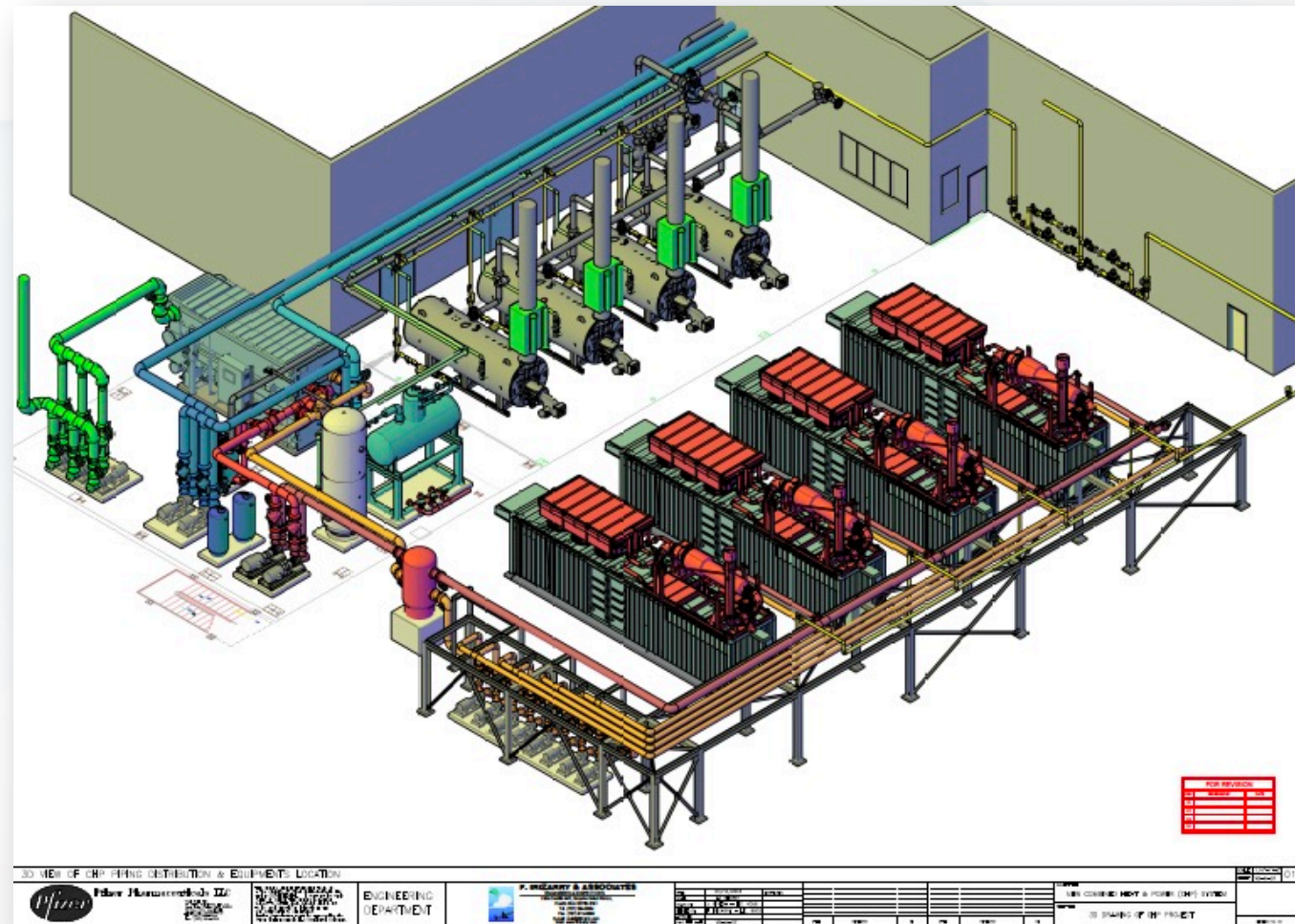
- Potencia: 1,000 KW
- Vapor: 8,750 lb/h
- Agua helada: 1,000 RTON
- Agua Caliente: 100 KW

CAPACIDAD TOTAL

- Potencia: 4,000 KW
- Vapor: 35,000 lb/hr (con quemador)
- Agua helada: 1,000 RTON
- Agua Caliente: 800 KW



SISTEMA CHP



MICRORRED VIATRIS VEGA BAJA



CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

acaire[®]
Asociación Colombiana de
Acondicionamiento del Aire
y de la Refrigeración



CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

CALDERA DE RECUPERACIÓN DE CALOR RESIDUAL

acaire[®]
Asociación Colombiana de
Acondicionamiento del Aire
y de la Refrigeración

2250D-150S-600WH



CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

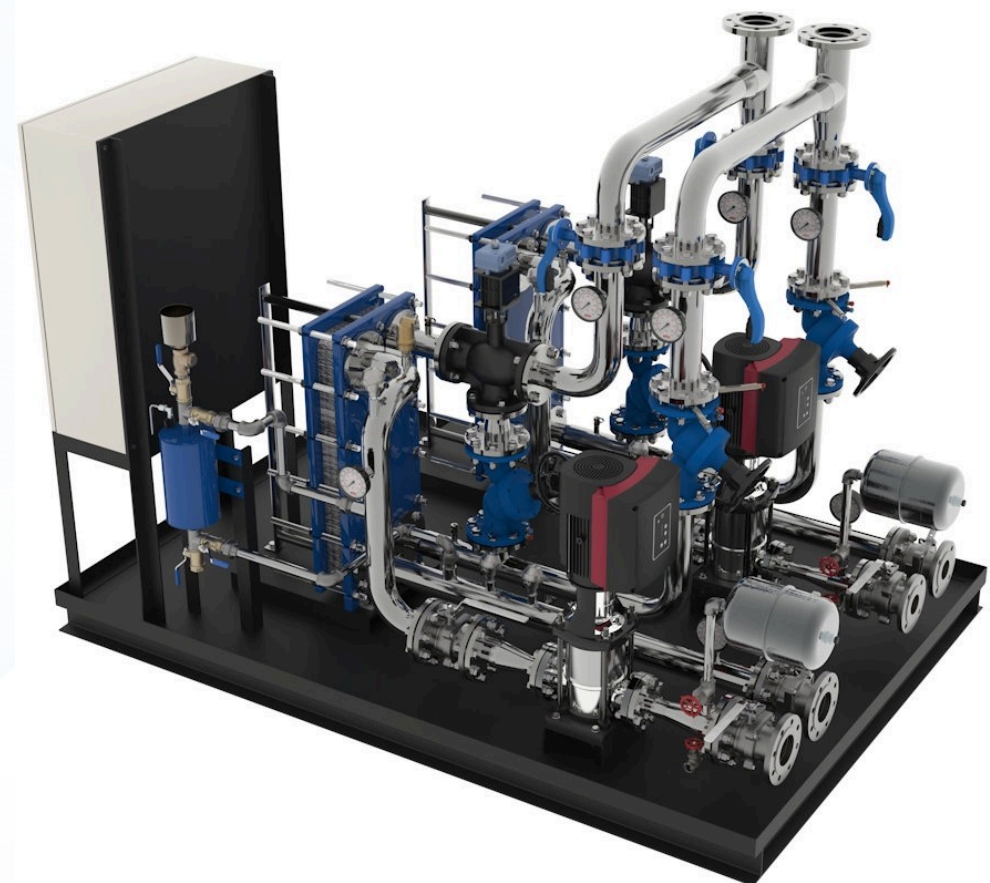


CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

VIATRIS VEGA BAJA O&M

acaire®
Asociación Colombiana de
Acondicionamiento del Aire
y de la Refrigeración



CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

VIATRIS VEGA BAJA O&M

acaire[®]
Asociación Colombiana de
Acondicionamiento del Aire
y de la Refrigeración



CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

VIATRIS VEGA BAJA O&M

acaire[®]
Asociación Colombiana de
Acondicionamiento del Aire
y de la Refrigeración



CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración



plana de
o del Aire
on

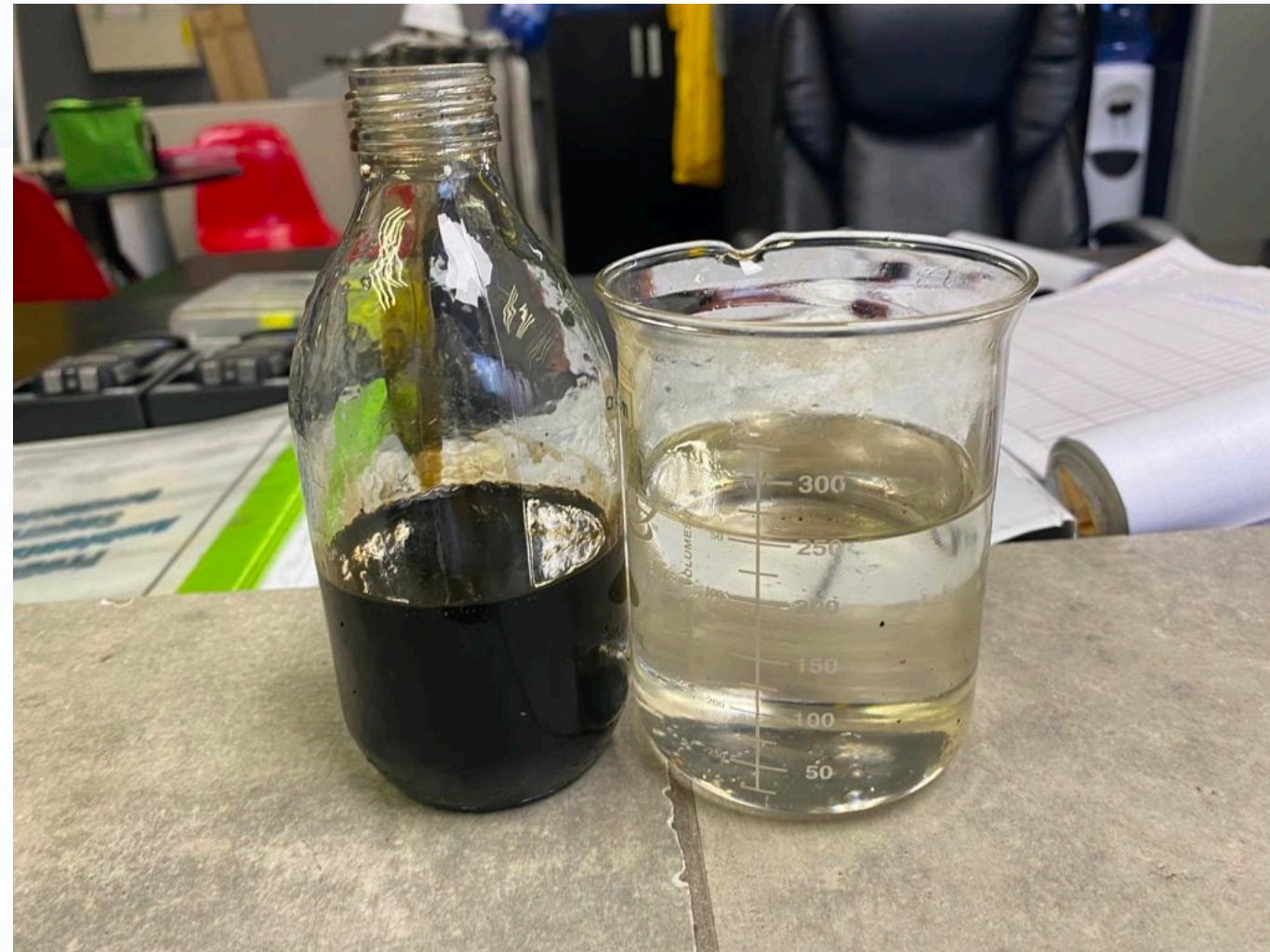
Olein Refinery & Lubricants is an American company established in Yabucoa, Puerto Rico that recovers and re-refines used oil and manufactures motor oil, synthetic oil, transmission fluid, and other automotive fluids.



- Located in Yabucoa where Hurricane Maria Wind
- Speed reached 150 miles/hr
- Significant Impact to Facility
- No Impact to CHP
- CHP (Power) available immediately after
- Hurricane
- Plant resumed operation 4 days after Hurricane
- Plant was fully operational 11 days after Hurricane
- Olein had Record Sales in October due to Oil for Stand-by Generators demand.

CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

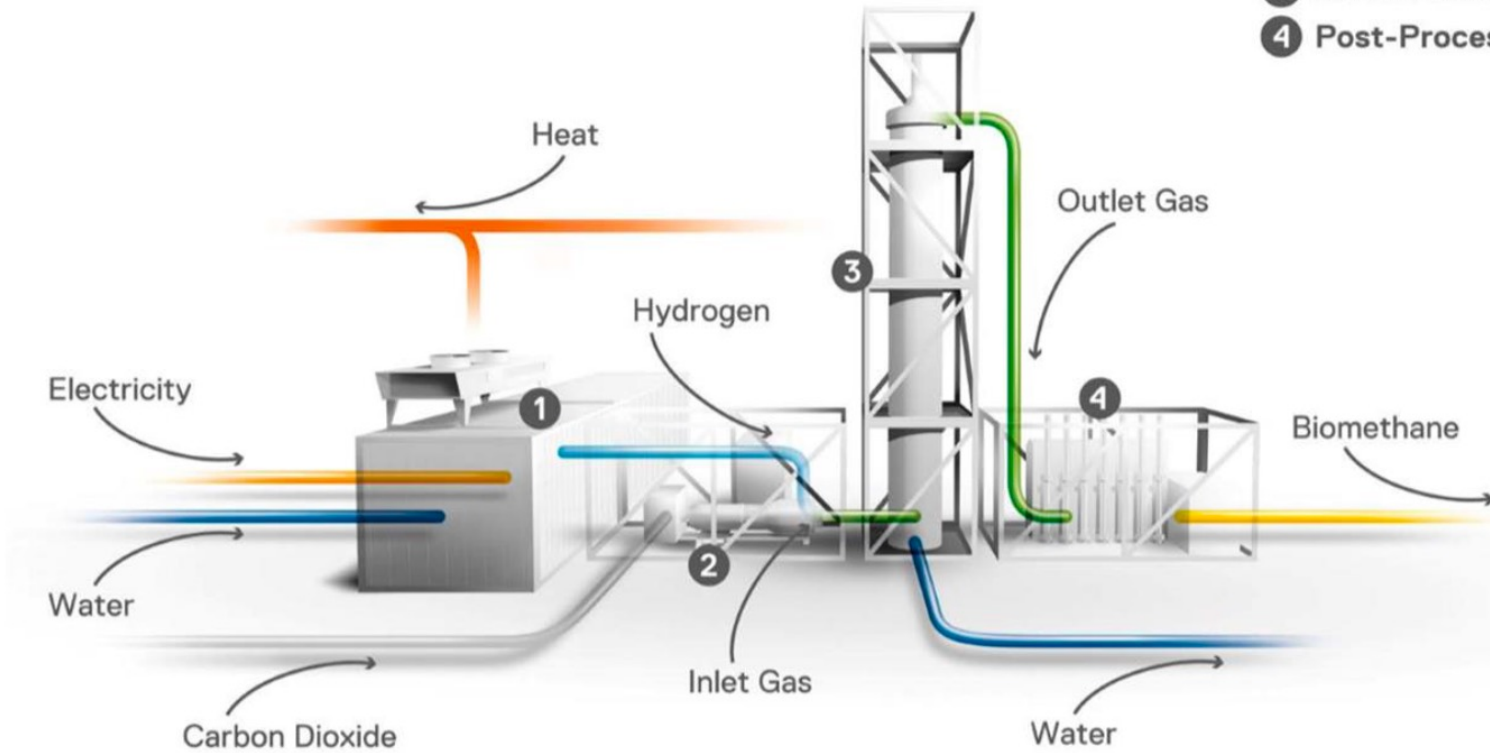


DISTRITO ENERGETICO SERRALLES





- 1 Electrolyzer
- 2 Pre-Processing
- 3 BioCat Reactor
- 4 Post-Processing



CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

acaire®
Asociación Colombiana de
Acondicionamiento del Aire
y de la Refrigeración



Landfill Gas to Renewable Natural Gas Projects...

U.S. has 280+ Landfill Gas Purification to Renewable Natural Gas (RNG) systems in operation displacing 7MM tons of (CO_{2e}) in the past 5 years

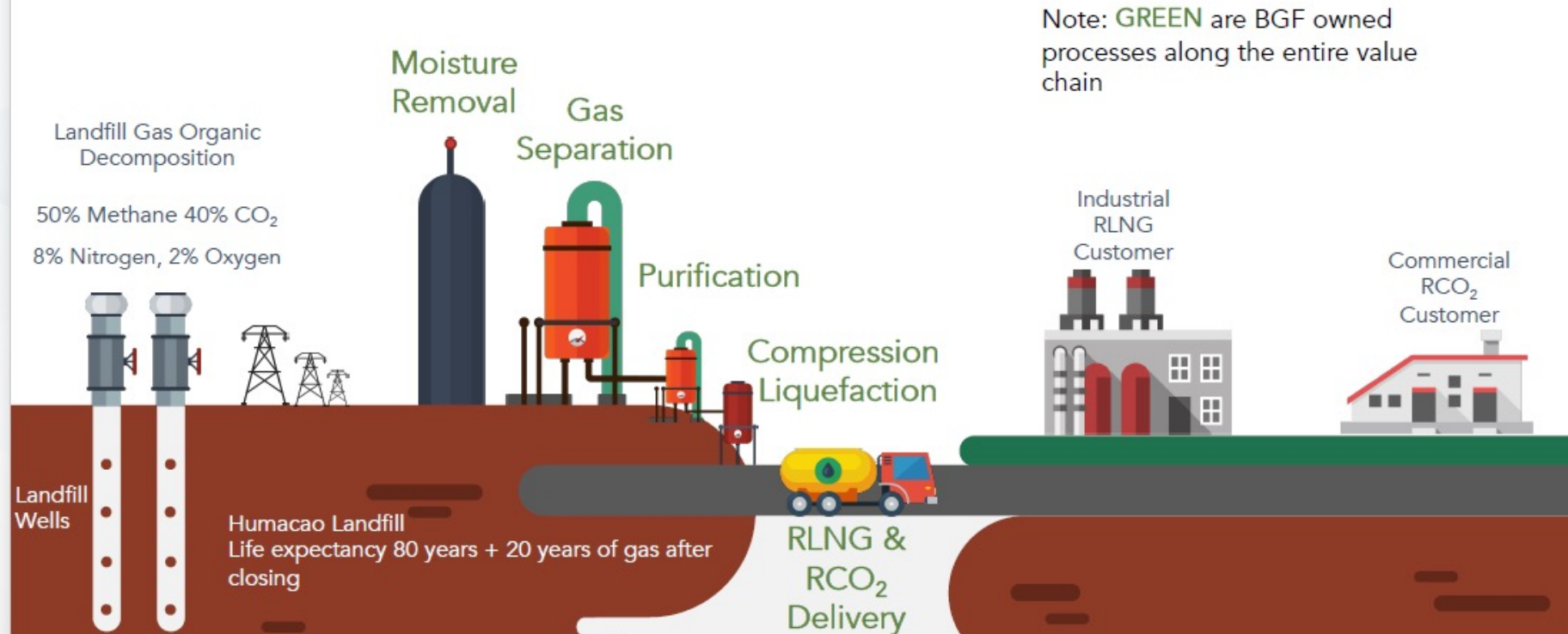
BGF will be the first Landfill Gas Purification System in the Caribbean



- Reduces Landfill Pollution by 90%
- Improves Respiratory Health
- Provides Energy Resiliency
- Creates & Retains Jobs
- Exports CO₂



Our Technology Purifies Landfill Gas to Recycled & Renewable Natural Gas & Carbon Dioxide



CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

acaire[®]
Asociación Colombiana de
Acondicionamiento del Aire
y de la Refrigeración



CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

BGF HUMACAO – PARCELA B

acaire®
Asociación Colombiana de
Acondicionamiento del Aire
y de la Refrigeración



“No hay nada más poderoso que una
idea a la que le ha llegado su momento”

Victor Hugo.



CIDARE

Centro de Investigación y Desarrollo de
Acondicionamiento de Aire y Refrigeración

 **acaire**[®]
Asociación Colombiana de
Acondicionamiento del Aire
y de la Refrigeración



Es tiempo de
PREGUNTAS

A conceptual image featuring a lightbulb with a tree growing inside it, symbolizing green energy and sustainability. The lightbulb is set against a green background with a dashed line connecting several icons: a plug, a house, a leaf, a recycling symbol, and a wind turbine. The lightbulb is placed on a mound of brown soil.

GRACIAS
