



Transición Energética en Colombia desde la Ingeniería

Julián García

energía y recursos naturales



energía en Colombia

Autoabastecimiento (neto)

Excedentes exportables

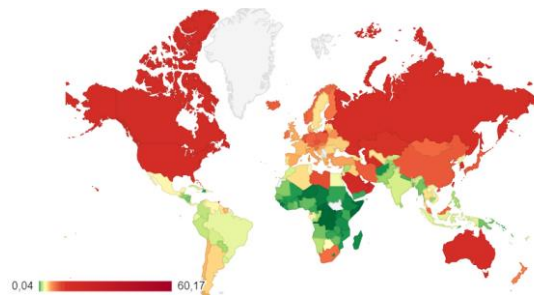
Fósil dependencia ... consumo, fiscal y USD

Cobertura creciente (electricidad y gas)

Electricidad mayormente limpia

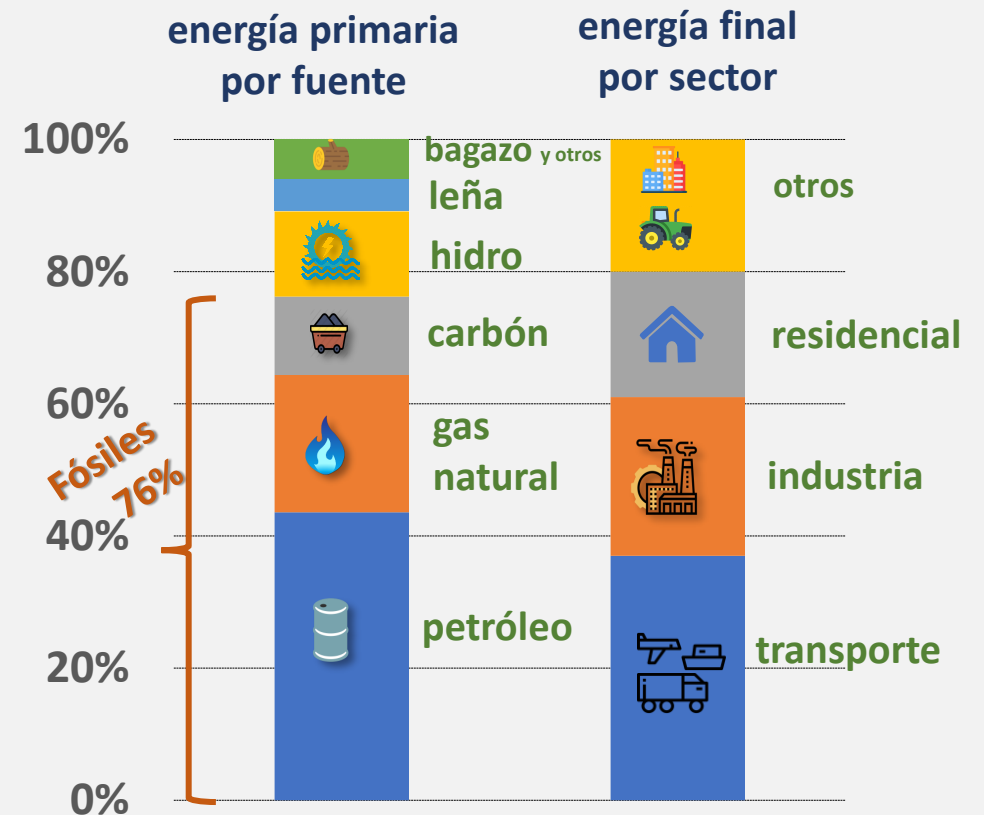
Baja intensidad energética (BTU/PIB ó HAB.)

Emisiones GEI # 137 del mundo



Emisiones CO2
per cápita

consumo actual



Fuente UPME

entorno energético mundial

80% fósiles

Cambio climático

Tecnología (incl. Ingeniería) y costos avanzan en producción y consumo de energías

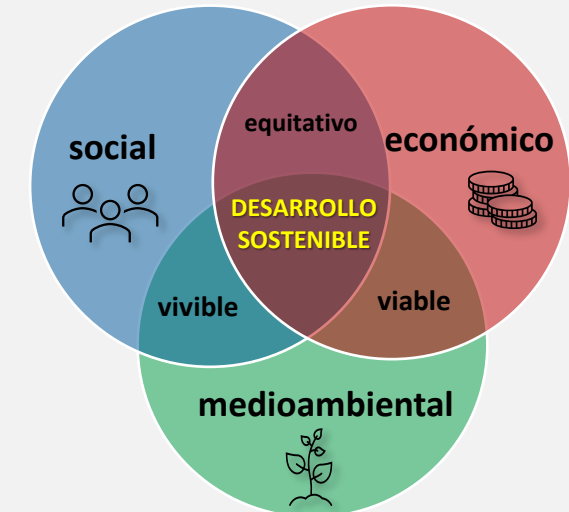
Precios volátiles de energéticos

Geopolítica evoluciona

Transición Energética

La verdadera Transición Energética es la que contribuye al Desarrollo Sostenible ... en sus tres dimensiones

desarrollo sostenible



objetivo

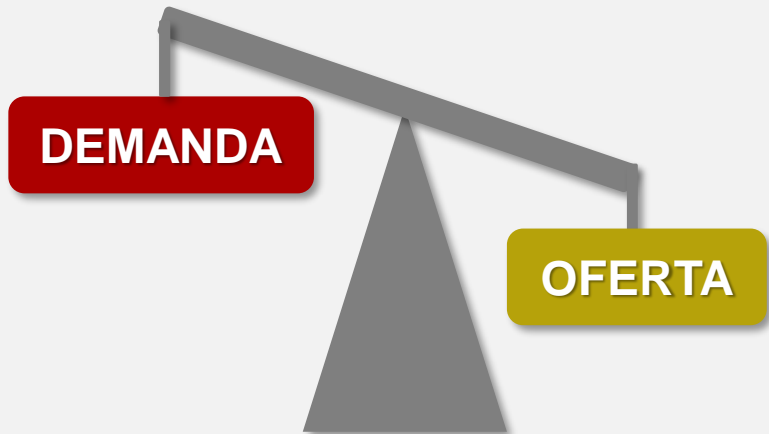


el verdadero reto de la Transición Energética
en Colombia,
desde la Ingeniería

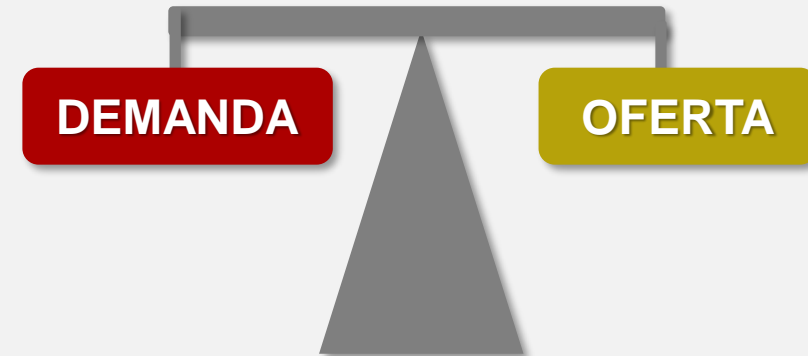


gestión energética

Gestión de oferta *TRADICIONAL*



Gestión de oferta y demanda *VERDADERA TRANSICIÓN*



PRIORIDADES

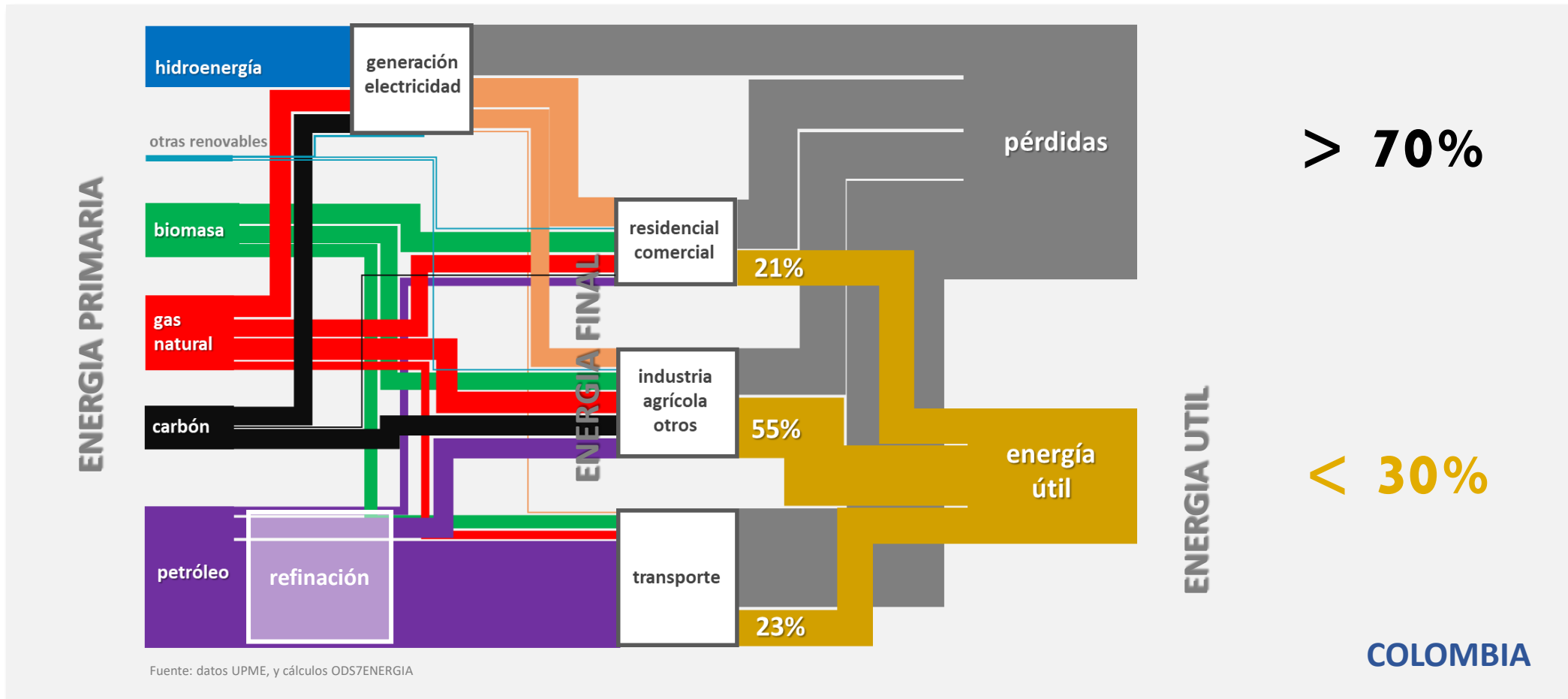
Abastecimiento y confiabilidad
Exploración y producción de hidrocarburos y carbón
Generación de electricidad incl. confiabilidad
Expansión sistemas de transp., transmisión y distribución
Gobierno y productores → proactivos en gestión de oferta y .. poco de demanda
Consumidores → **pasivos**, tomadores de energético, aparato y precio
Tecnología (*ingeniería*) de producción (oferta) y poco de demanda (consumo)

+

Opcionalidad / competitividad entre energéticos, aparatos y proveedores
Incl. **autogeneración**
Eficiencia energética y **sostenibilidad en el uso**
Calidad del servicio incl. sistemas inteligentes, calidad gasolina, ...
Gobierno y productores → proactivos en oferta y **demanda**
Consumidores → **proactivos / prosumidores**
Tecnología (*ingeniería*) de oferta (producción) y demanda (consumo)

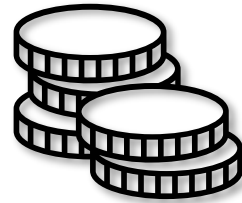
eficiencia energética

reto de la Ingeniería y la Gestión Integral



Eficiencia: el mejor negocio

.. con gestión integral e ingeniería



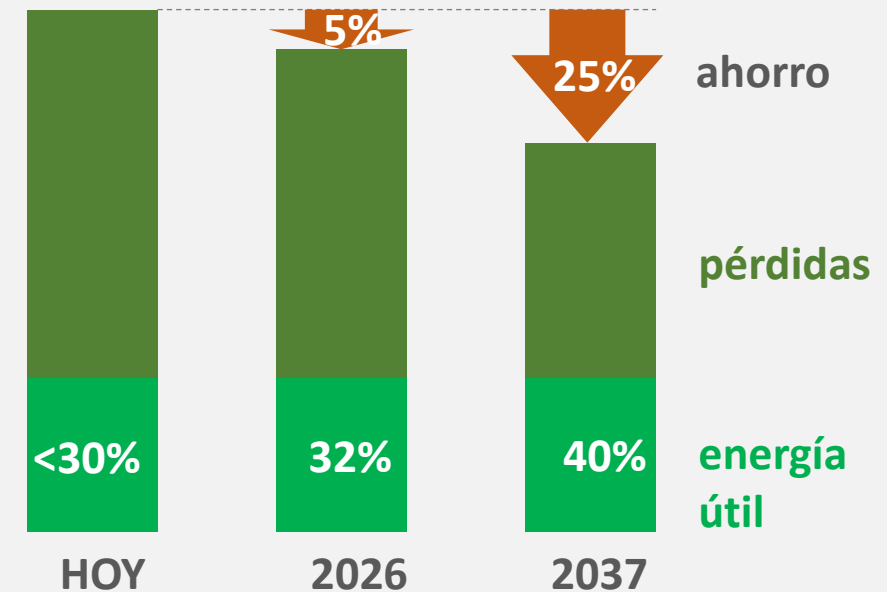
BENEFICIOS

USD 6.000 a 10.000 M /año

2% a 3% del PIB /año

- + competitividad industria ..
- + ahorro hogares y comercio
- + ahorro fiscal, ahorro de subsidios
- + menos emisiones

pasar del 30% al 40%
energía primaria = factura energética



El primer interesado en hacer eficiencia energética debería ser el propio Gobierno (fisco) pues paga % importante de la factura de todos los energéticos (= subsidios a gasolina, electricidad, gas nat., paneles solares, etc.) !!!

***la energía más limpia y más barata*
... es la que no se usa

... no son las renovables***

Ineficiencia en transporte



23% eficiencia
entre energía primaria y útil

energía **mal usada (inútil)** en
consumo ... **-20% adicional (??)**

0,18 de cada **1 barril de gasolina**
(petróleo) que extraemos del
subsuelo hace un trabajo .. como
mover una carga o un pasajero !!!!

0,82 de cada **1 kg de emisiones**
de **CO2**, fué .. a cambio de nada !!!!



edad, mantenimiento



PEAJE

Tráfico carretero



dual GNV/gasolina



Tráfico portuario



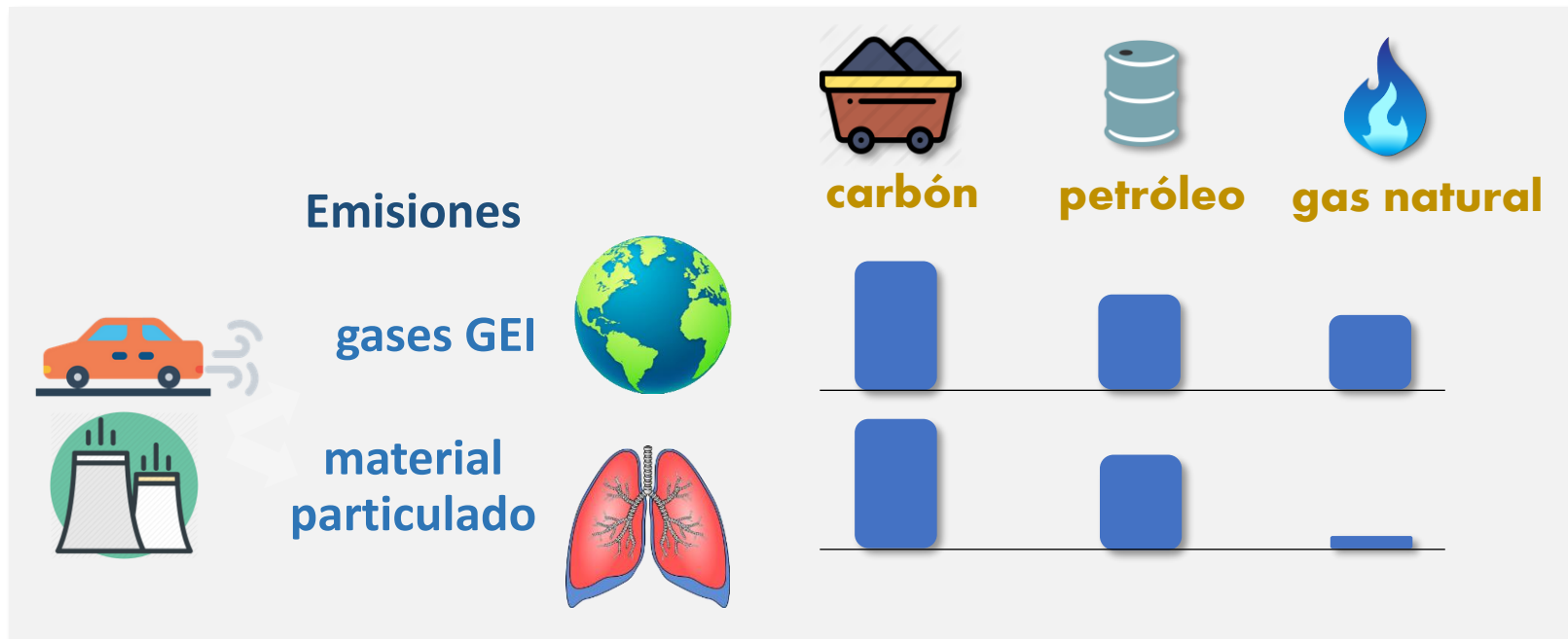
Tráfico urbano



11 millones

impacto ambiental de los fósiles

.. es en el consumo



Medellín



Bogotá

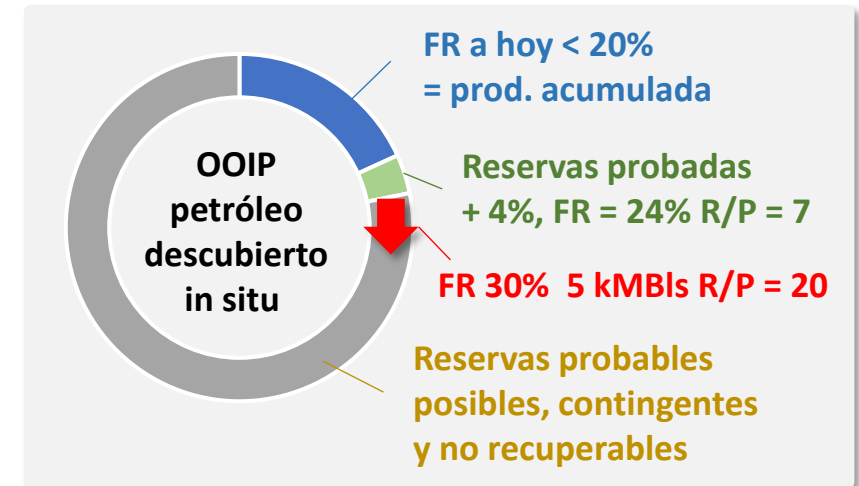
**Gestión energética =
gestión integral de demanda**

IMPACTO

muerdes /año (pulmón y cardiovascular)	10.000
millones enfermedades y síntomas respiratorios	67
costos contaminación (1.5% PIB)	\$ 12,3 bn

Fuente DNP

gestión de hidrocarburos



Gestión de demanda (consumo)

bajar intensidad energética petrolera

ej. galón/tonelada carga, galón/pasajero

- 1 Mejorar eficiencia de vehículos
- 2 Mejorar "prácticas" e infraestructura
- 3 Precio ..

**HOY importamos >25% de gasolina/diesel !!!
y se subsidia (también) los biocombustibles**

+

Gestión de oferta (producción)

- 1 Exploración y Producción de petróleo = f (DD)
- 2 Recuperación secundaria / recobro mejorado
subir factor de recobro (FR) del 20% (actual) al 30%
- 3 Productores proactivos en gestión de demanda
respons. social y barril no vendido se exporta
- 4 Riesgos de mercado crudo pesado (HOY > 50%)

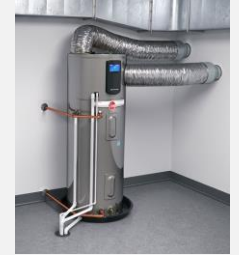
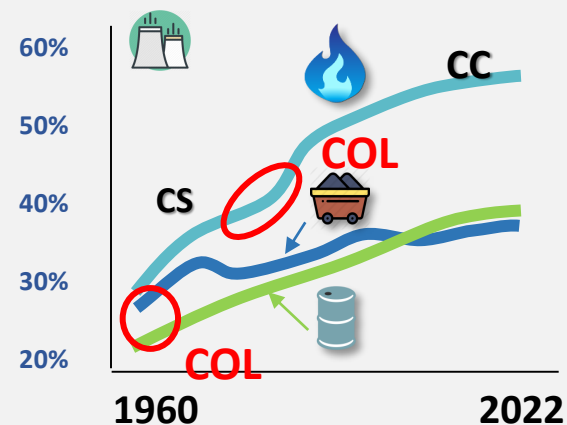
eficiencia de aparatos

VECES MÁS EFICIENTE

Calentador de agua a gas
 Estufa a GLP o gas natural
 Estufa de leña
 Aire acondicionado 20 años
 Nevera de 15 años
 Motor eléctrico centrífugo
 Hotel sin cogeneración
 Vehículo a gasolina 20 años
 Vehículo gasolina moderno
 Generación térmica ciclo simple

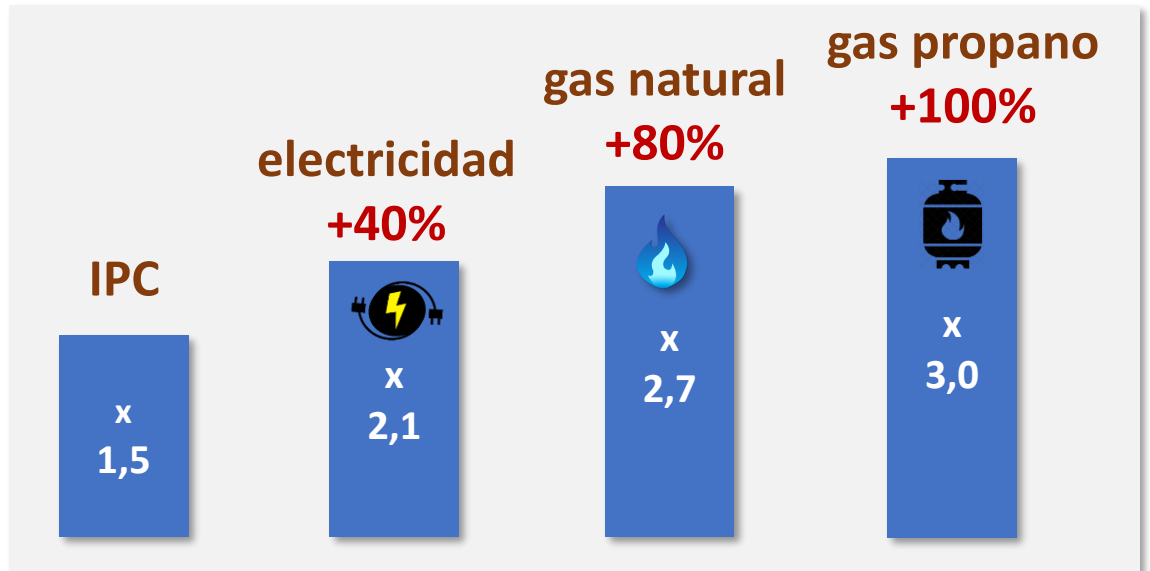
Bomba de calor **X 4**
 Estufa eléctrica **X 2 a 3**
 Estufa eléctrica **X 10**
 Aire acondicionado moderno **X 2**
 Nevera moderna **X 2**
 Con variador de velocidad **X 1,5**
 Hotel con cogeneración **X 1,4**
 Vehículo a gasolina moderno **X 2**
 Vehículo eléctrico **X 2,5**
 Ciclo combinado **X 1,5**

Eficiencia generación térmica



precio de energéticos ... crece

Incremento precios por encima del IPC
últimos 10 años



distorsiones y fallas de mercado



Ej. expansión ineficiente transporte gas
precios gas natural y GLP (*Colombianos*) en USD
tarifas transp. gas por distancia
WACC muy alto
indexadores
....
integración vertical
oligopolios
mercados desconectados
curva de pato de carga horaria de energía



precio de energía útil

.. es el precio que importa
.. y más aún, a un(a) ingeniero(a)

Precio energía útil
(trabajo)

=

Tarifa energía final
(facturación)

Efficiencia



\$ / galón \$ / kWh
 \$ / m3 \$ / BTU

\$ / ton. transportada \$ / viaje en taxi
 \$ / ton. cemento \$ / sancocho \$ / duchazo

ENERGÉTICO



APARATO



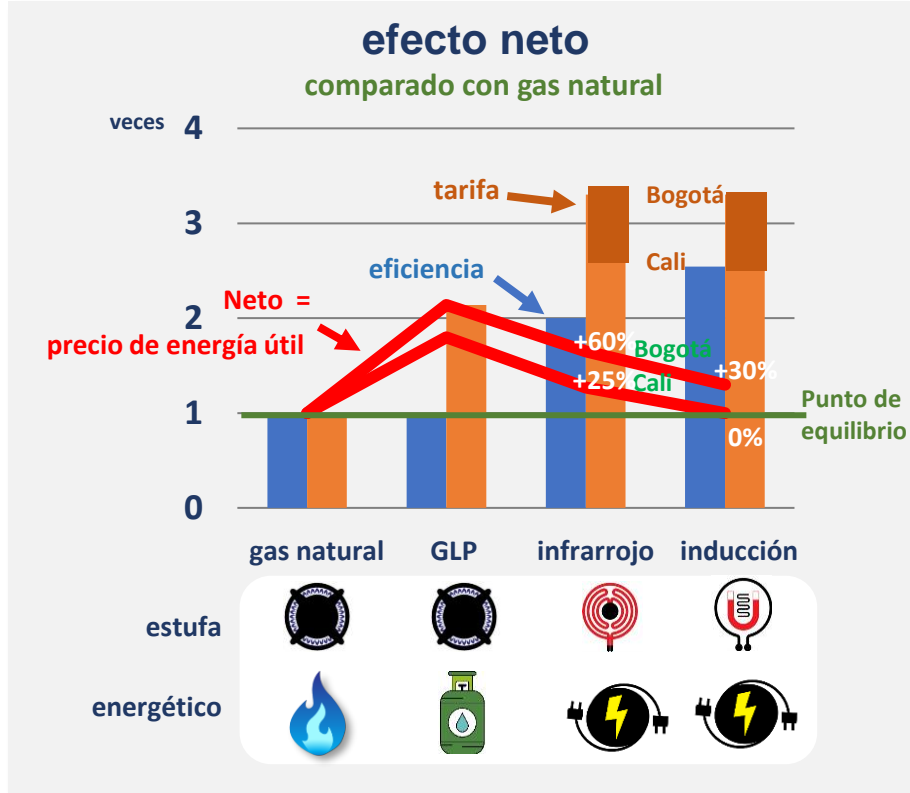
VS

Costo de compra y mantenimiento del aparato

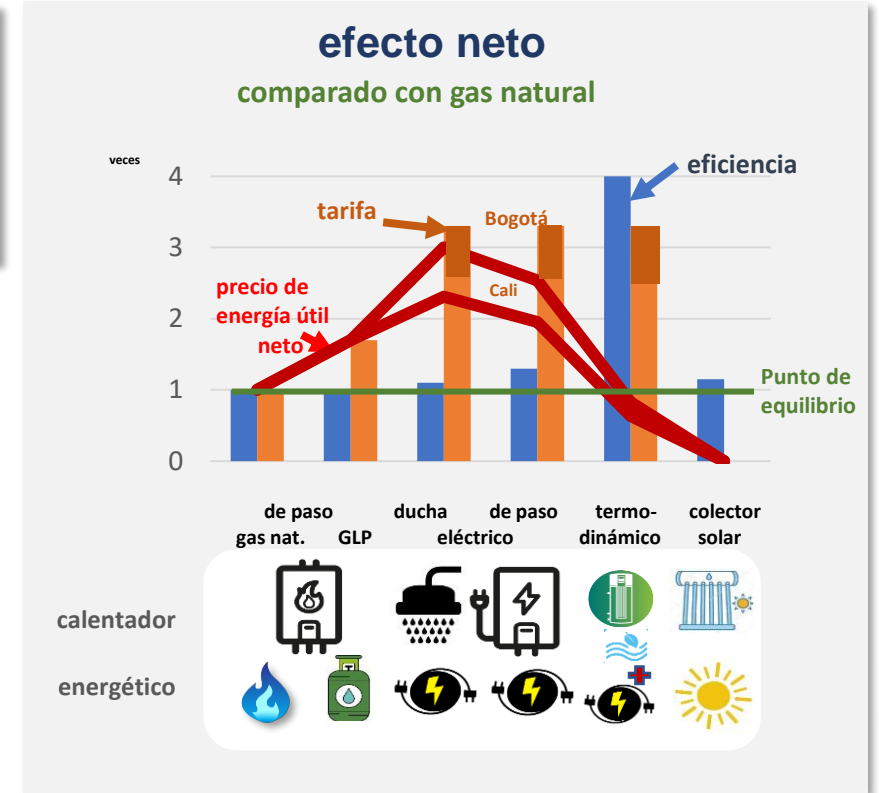
Precio de energía útil



cocción



calentar agua



Ej. caso rural

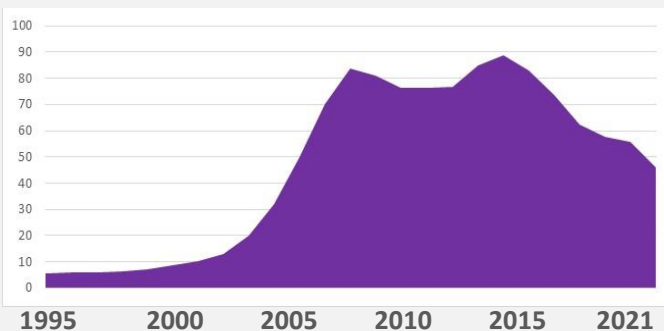


Transporte



Costo del aparato (**batería**)
es el factor determinante para VE

Consumo GNV (MPCD)



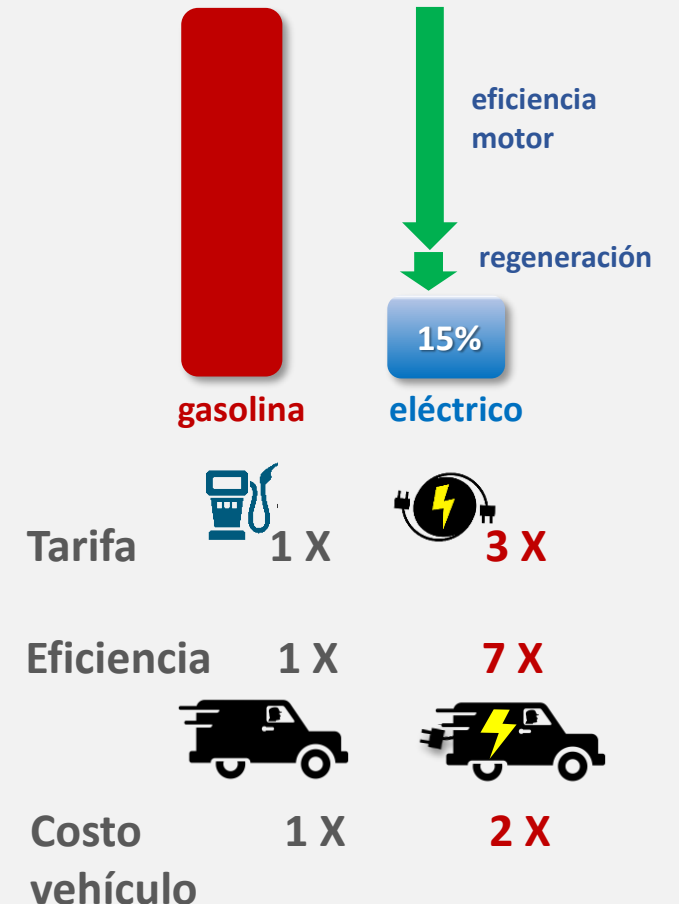
Eficiencia **igual**



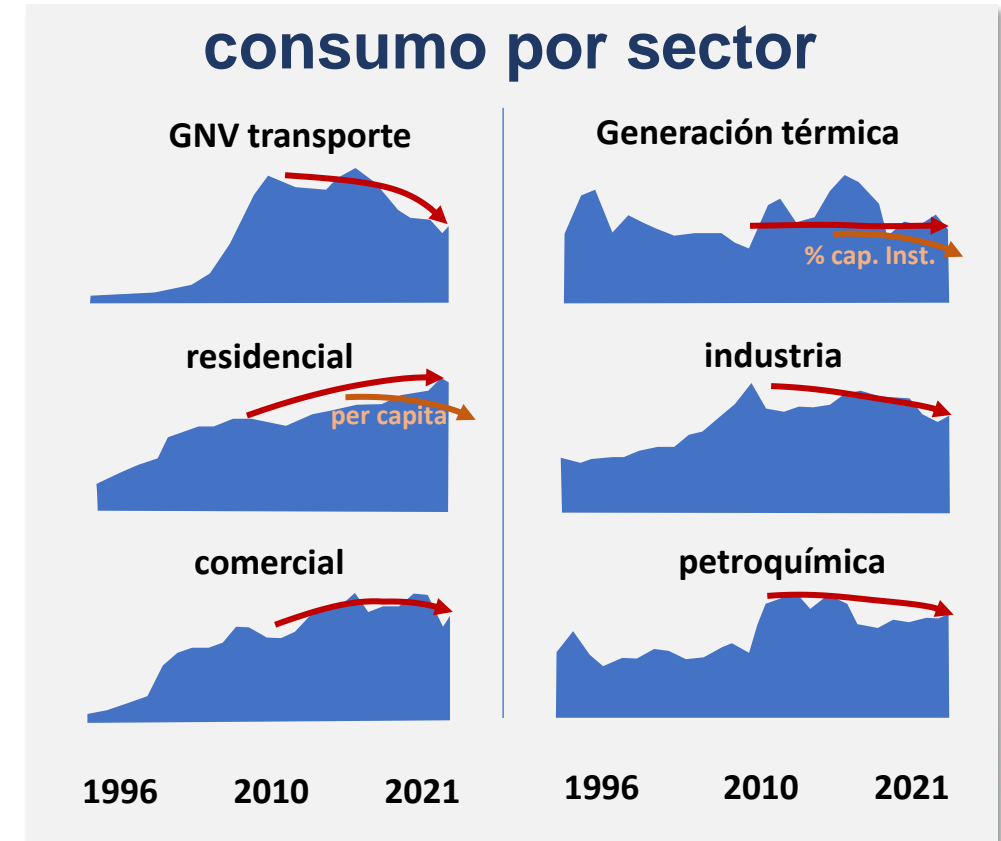
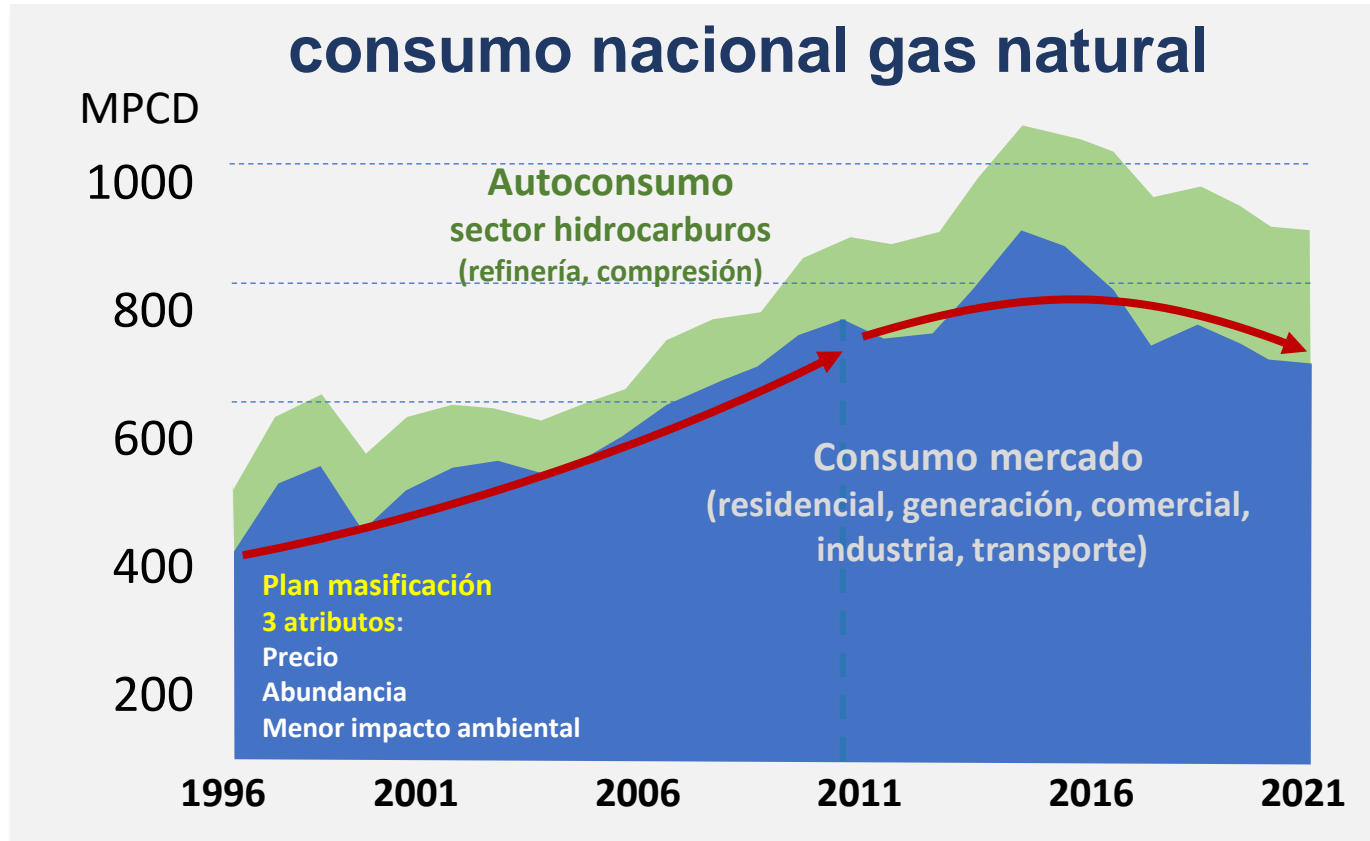
Tarifa 1 X 1,5 X

Precio **relativo** GNV / gasolina
es el factor determinante

consumo de energía (kWh)



gas natural, se marchita (?)



pierde competitividad ... **se debilitan sus 3 atributos !!!**

ineficiencias y distorsiones de mercado y, si pierde competitividad el gas nacional .. el LNG importado peor

Gestión energética: **selectividad** en mercado objetivo, un solo mercado (norte + centro), eficiente expansión centralizada (ej. no regasificadora), tarifa estampilla

masificar la electricidad

gana competitividad

Atributos

precio de **energía útil**

más eficiente en uso (aparatos)

más limpia en uso

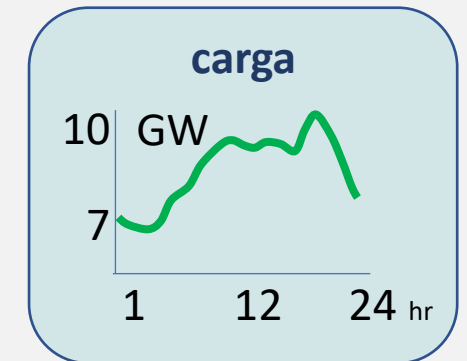
producción bastante limpia (75%-85%)

autosuficiencia y confiabilidad

alta cobertura, *aunque calidad varia*

autogeneración

consumo por sector



gestión de demanda eléctrica

usos donde ya es más competitiva

ej. cocción rural, calentar agua sector terciario

incentivar aparatos eficientes

ej. bombas de calor, variadores velocidad, vehículos eléctricos e híbridos enchufables

aplanar la curva de carga

comunidades energéticas

repotenciar redes de distribución

en capacidad y confiabilidad
urbano y rural

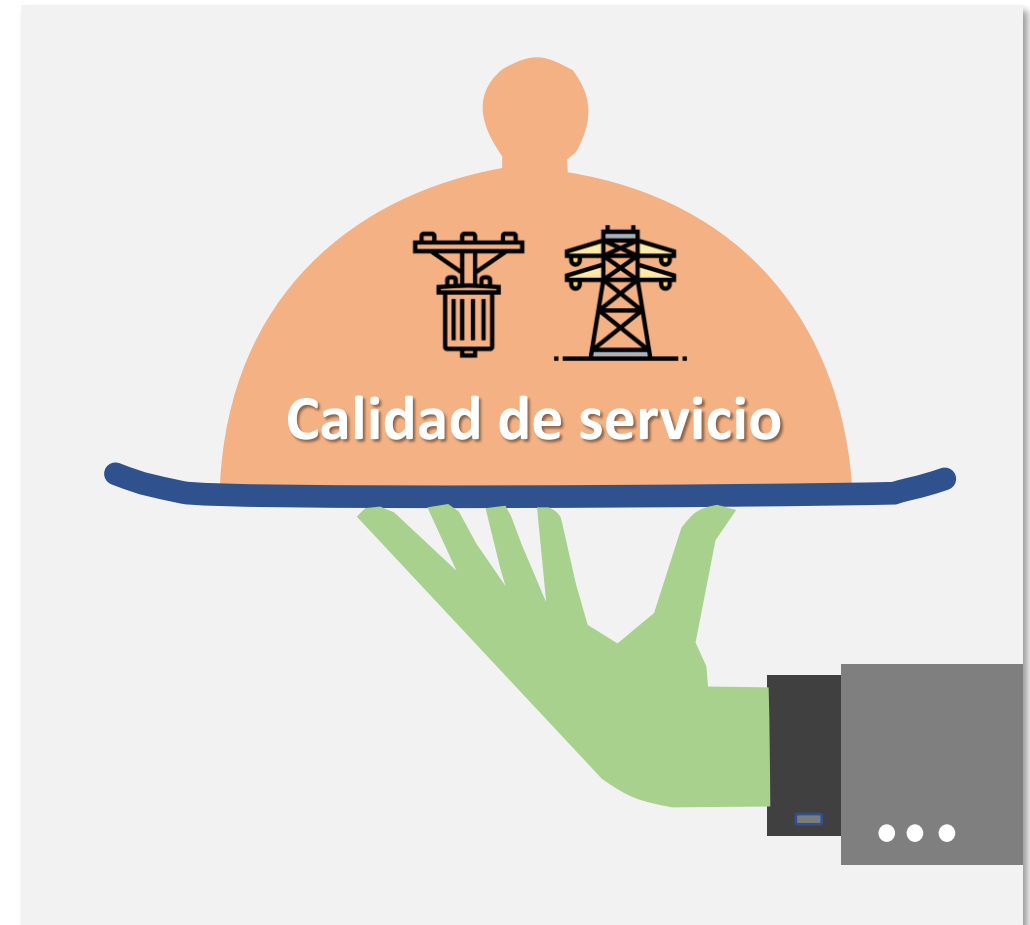
redes de transmisión

generación distribuida

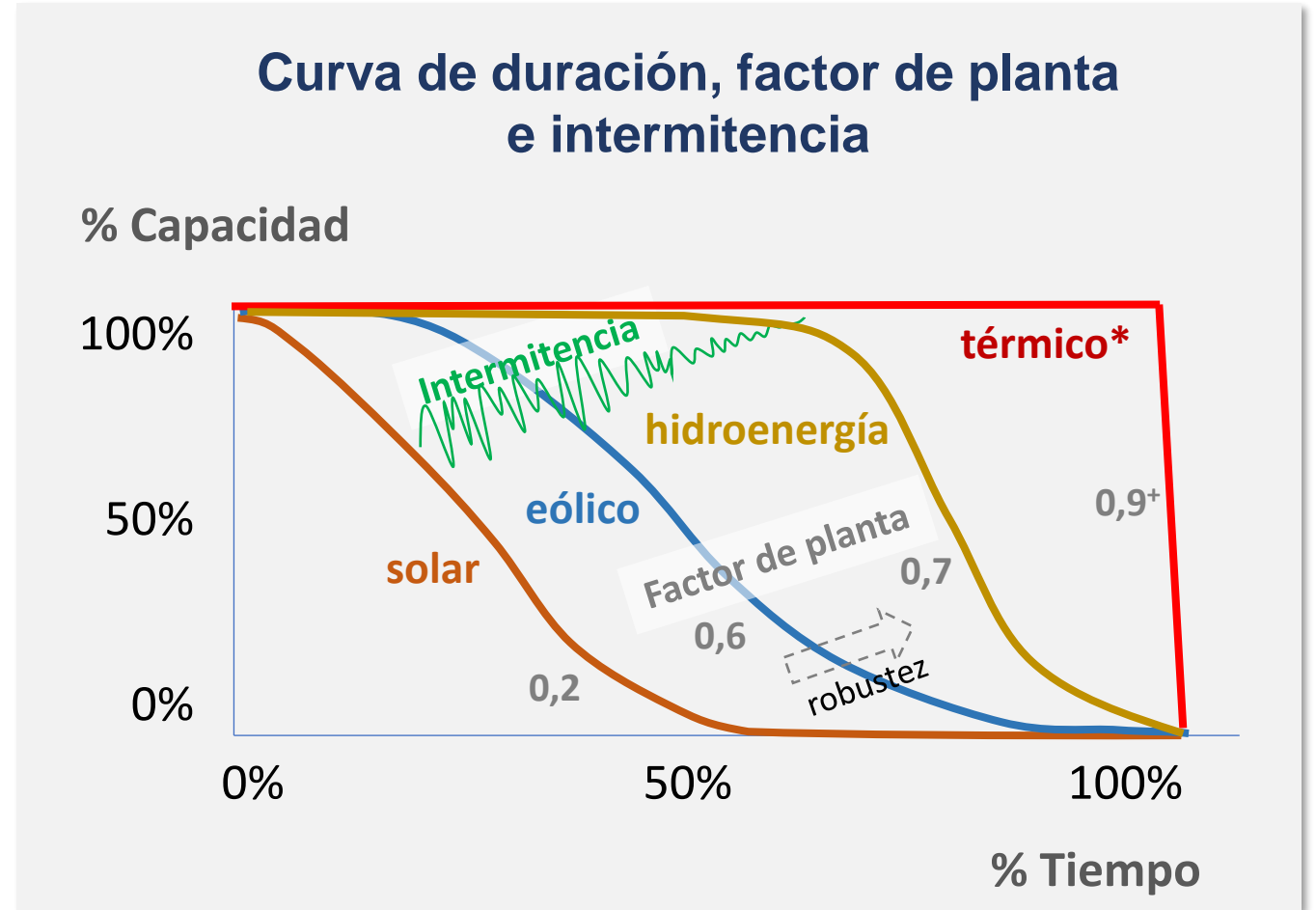
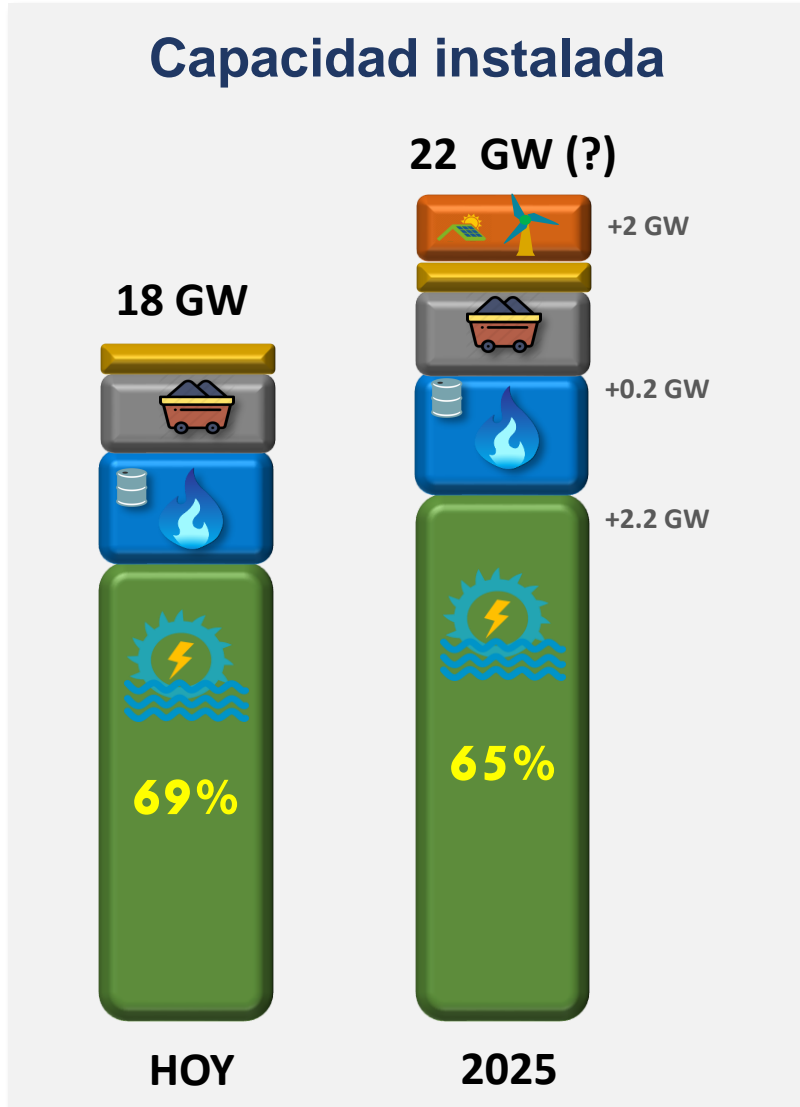
sistemas inteligentes

educación (cultura energética)

estaciones carga VE, etc.



gestión de oferta eléctrica



*/ gas, carbón, biomasa .. si despachada

Complementariedad e integración

Portafolio

Hidro sigue siendo el rey
más: micro, PCHs y grandes

almacenamiento hídrico

17 TWh = 10x PIB (a precio Li)

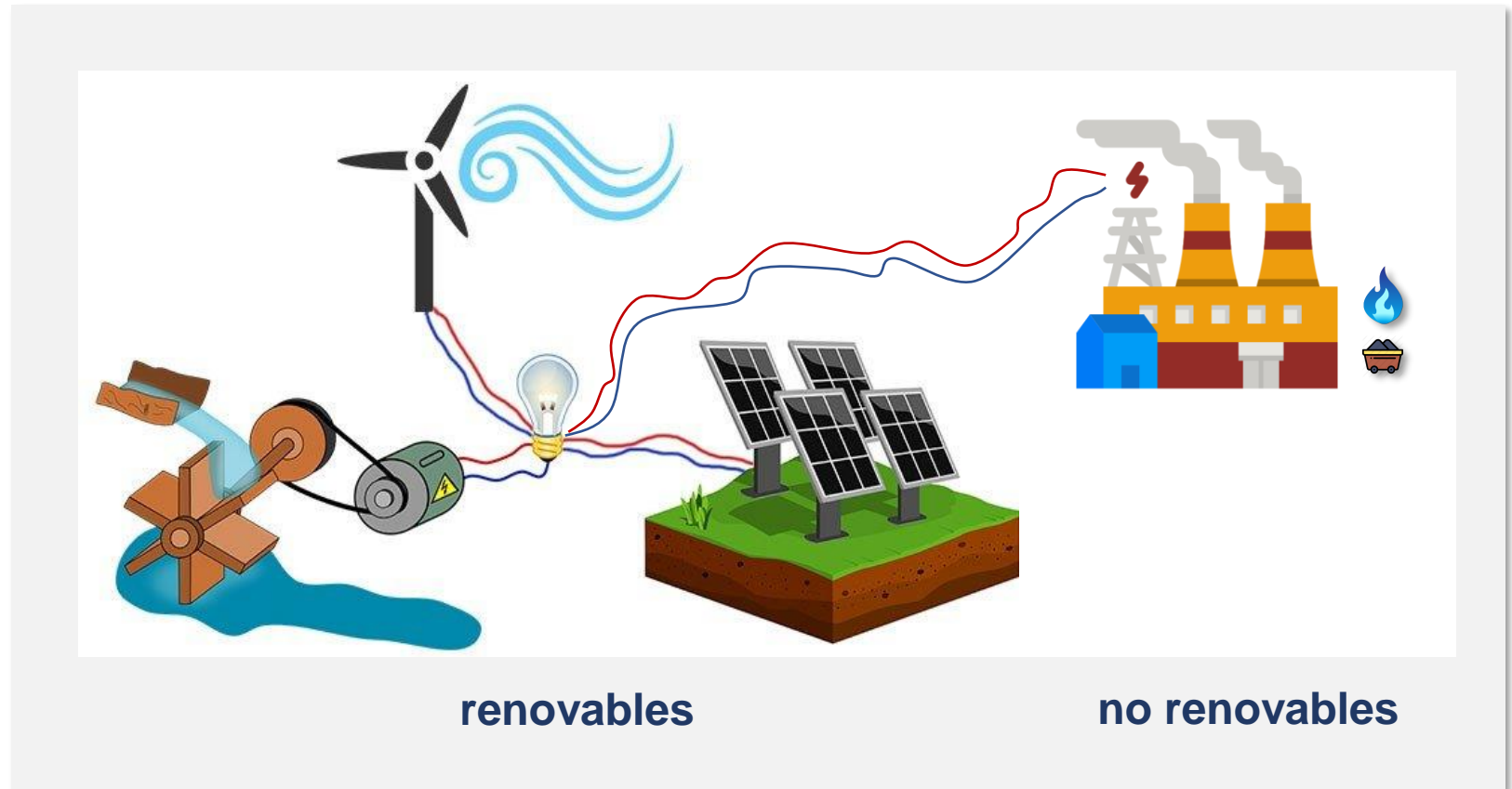
Gas (y carbón)

clave para confiabilidad

Solar muy competitivo

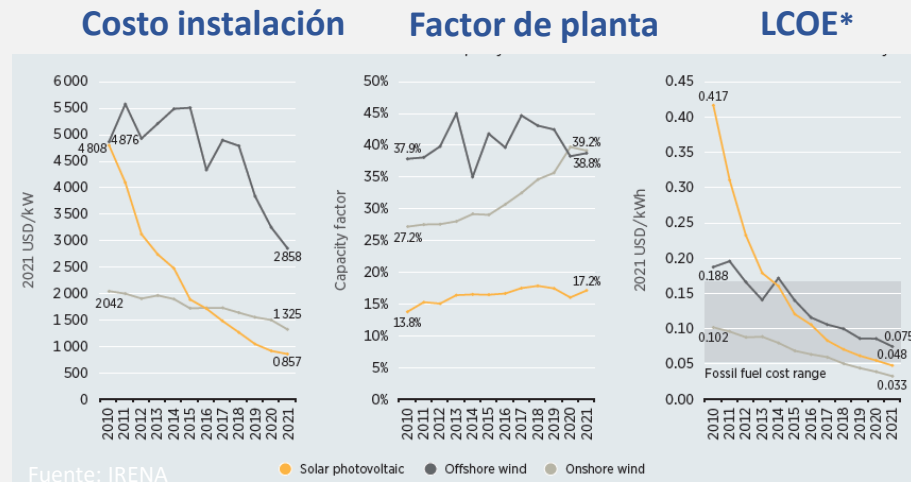
Eólico donde sea viable

**Geotermia, eólico marino,
mareomotriz ... no viables aún**



Competitividad renovables

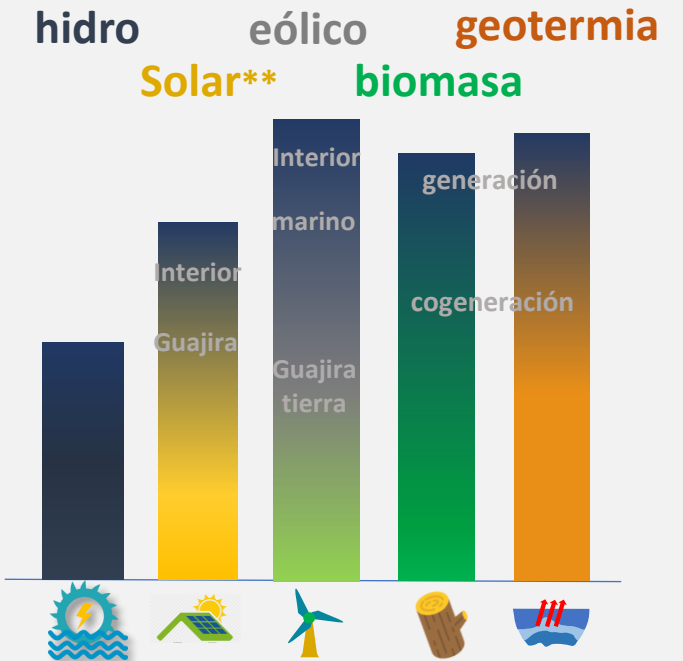
prom. mundo



Solar y eólico

COLOMBIA

LCOE* (generación, actual)



Renovables 2010 - 2021

	Total installed costs			Capacity factor			Levelised cost of electricity		
	(2021 USD/kW)			(%)			(2021 USD/kWh)		
	2010	2021	Percent change	2010	2021	Percent change	2010	2021	Percent change
Bioenergy	2 714	2 353	-13%	72	68	-6%	0.078	0.067	-14%
Geothermal	2 714	3 991	47%	87	77	-11%	0.050	0.068	34%
Hydropower	1 315	2 135	62%	44	45	2%	0.039	0.048	24%
Solar PV	4 808	857	-82%	14	17	25%	0.417	0.048	-88%
CSP	9 422	9 091	-4%	30	80	167%	0.358	0.114	-68%
Onshore wind	2 042	1 325	-35%	27	39	44%	0.102	0.033	-68%
Offshore wind	4 876	2 858	-41%	38	39	3%	0.188	0.075	-60%

*/ LCOE: costo nivelado de electricidad

**/ Como autogeneración, solar es competitivo pues ahorra T, D, C

... y ...

**Mejorar "prácticas" pequeñas mineras
Buscar usos limpios ..
ej. generar H₂, captura carbono**

**Prepararse para ser competitivos
tanto H₂ y combustibles sintéticos**



Conclusiones



Desarrollo Sostenible

Gestión de demanda y oferta

Gestión integral (multisectorial)

Precio energía útil

Contaminación urbana fósiles

Eficiencia energética

Recobro mejorado

Electricidad

Portafolio renovables incl. hidro + no renovables

Energía limpia (incl. Solar térmica, etc)

Optimización mercados



transición energética

gestión de oferta

gestión energética aislada

tarifa (precio energía final)

emisiones GEI fósiles

renovables

exploración

GLP, gasolina y gas nat. selectivo

solo renovables

generación solar / eólica

distorsiones, tarifas altas



Transición Energética en Colombia desde la Ingeniería

Julian Garcia



muchas gracias