

IRENA FlexTool

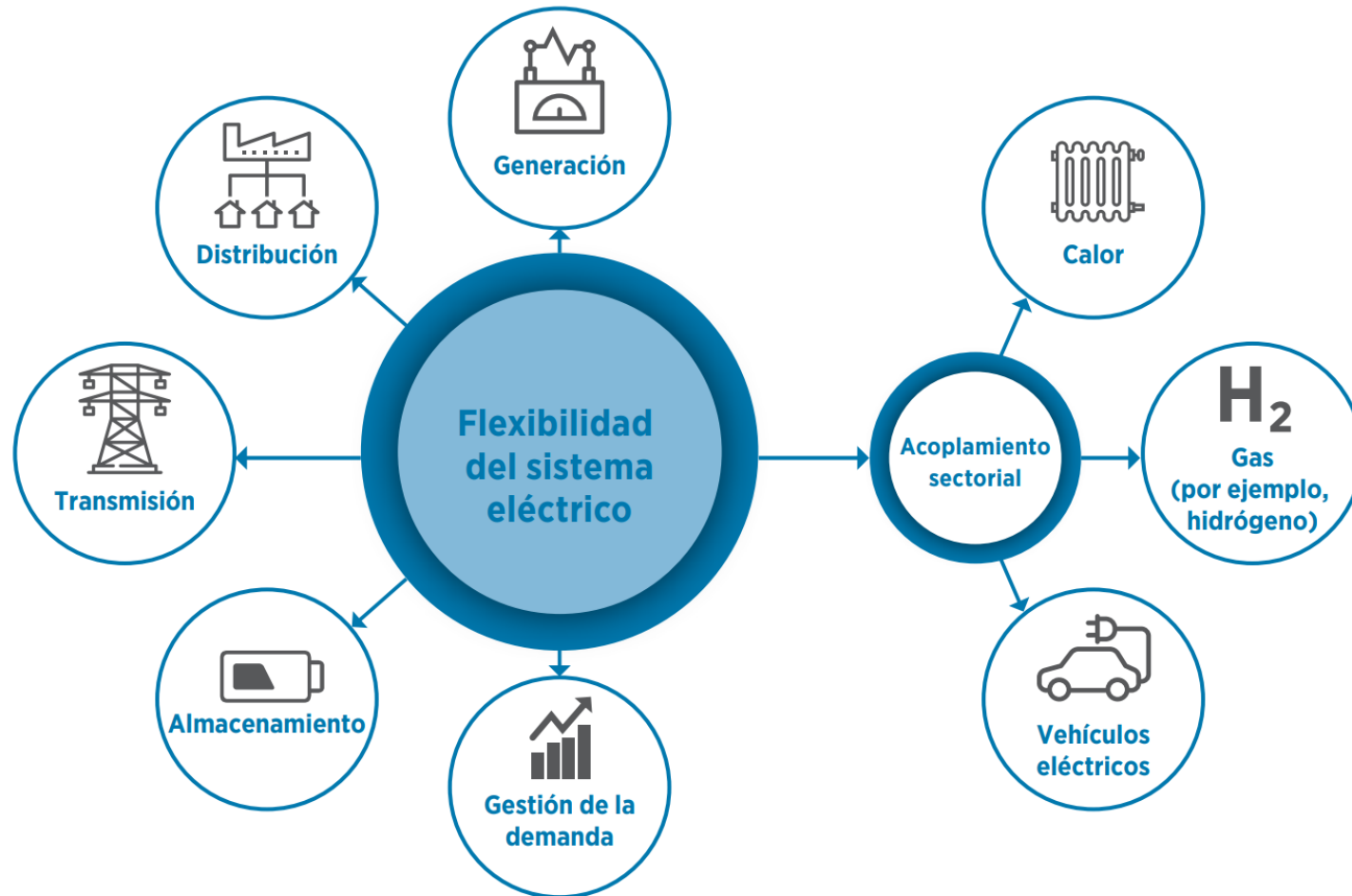
ENTRENAMIENTO PARA LATINOAMÉRICA

**SESIÓN 4: Modelando opciones de flexibilidad,
desde la flexibilidad en la generación hasta en la
demanda**



Las opciones de flexibilidad según IRENA

Hay que buscar la flexibilidad en todos los sectores del sistema energético



FLEXIBILIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

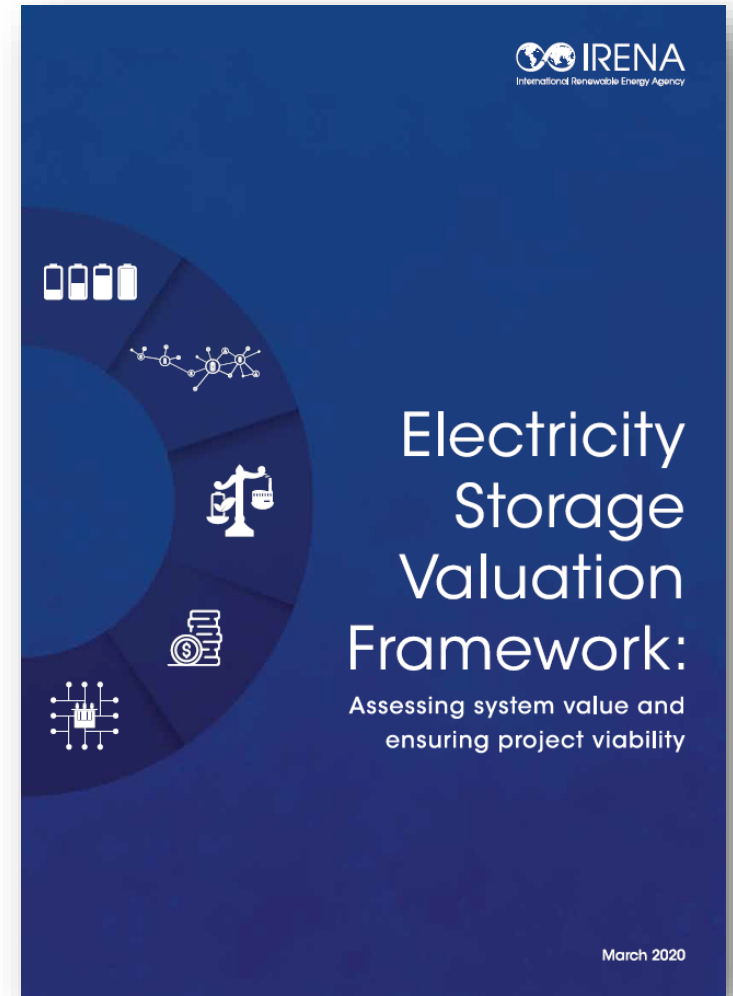
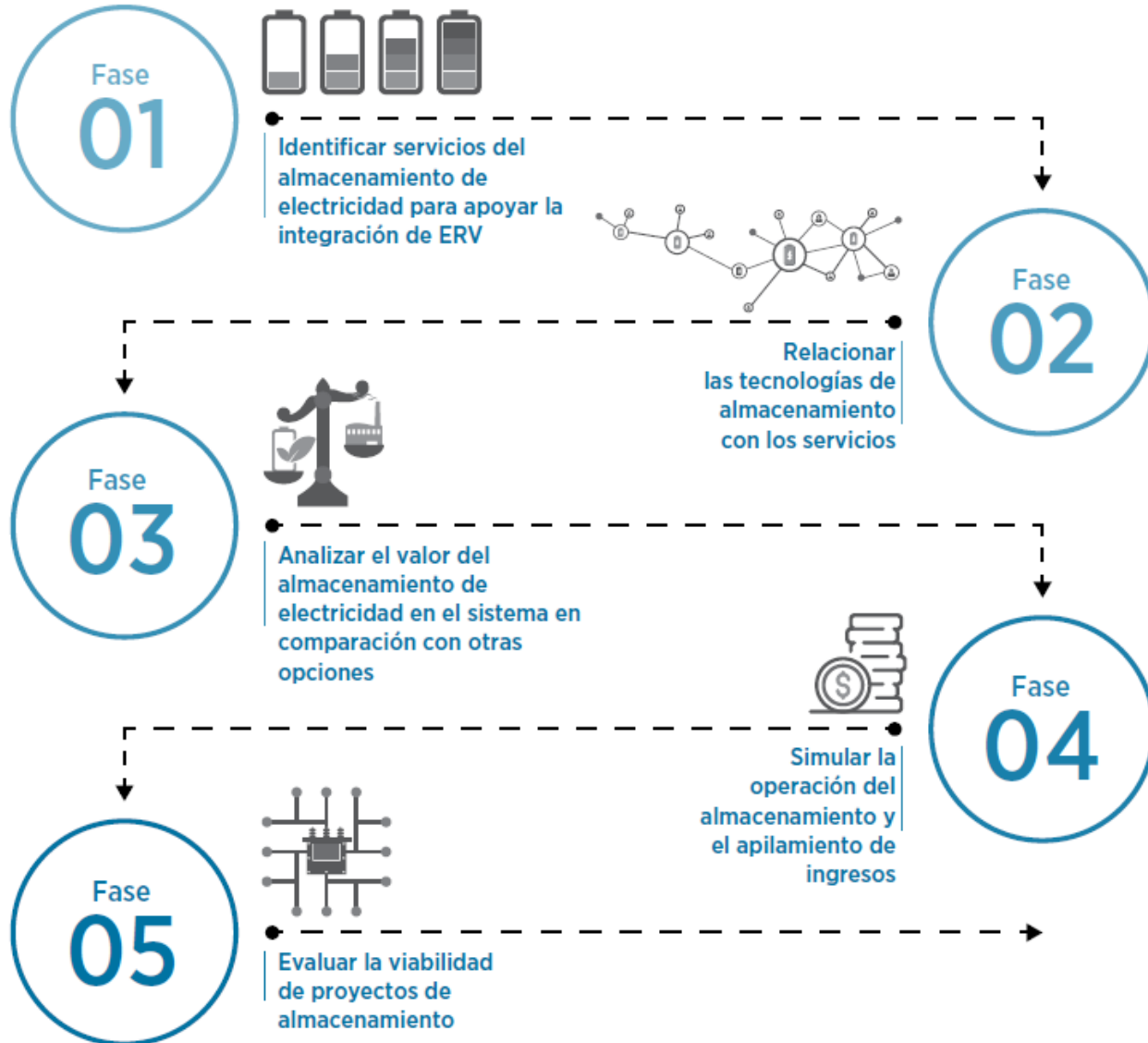
PARTE 1:

PANORAMA GENERAL PARA LOS ENCARGADOS DE FORMULAR POLÍTICAS



Almacenamiento de electricidad

Marco para la valoración del almacenamiento de electricidad



Modelando el almacenamiento de electricidad en IRENA FlexTool

- El almacenamiento de electricidad se define en la hoja “**unit_type**” con algunas adiciones:
 - Efficiency (%) – Eficiencia de descarga
 - Eff.charge (%) – Eficiencia de carga
 - Autodescarga (% del contenido por hora) – si hay
- En la hoja “**units**” se define lo siguiente:
 - Capacity (MW) – Capacidad instalada en MW
 - Storage (MWh) – Capacidad máxima del almacenamiento en MWh
 - Storage start/finish – Estados inicial y final del almacenamiento
- Si el tipo de almacenamiento es de bombeo entonces es posible que la unidad tenga un afluente natural que se define en la hoja “**ts_inflow**”



Modo de inversión para baterías

Dos opciones: Ratio P/E fijo u optimización libre

Opción 1: Fijar el ratio entre potencia y energía

- Modelar las baterías con un ratio fijo entre potencia y energía, es decir, con una duración de descarga fija (*por ej.*, baterías de 2 o 4 horas)
- **Solo se requiere el costo de inversión en energía (celdas de las baterías)**
- En este ejemplo el modelo consideraría baterías de 1 horas de duración en la optimización

unit type	inv.cost/kW	inv.cost/kWh	fixed kW/kWh ratio
battery		80	1.000

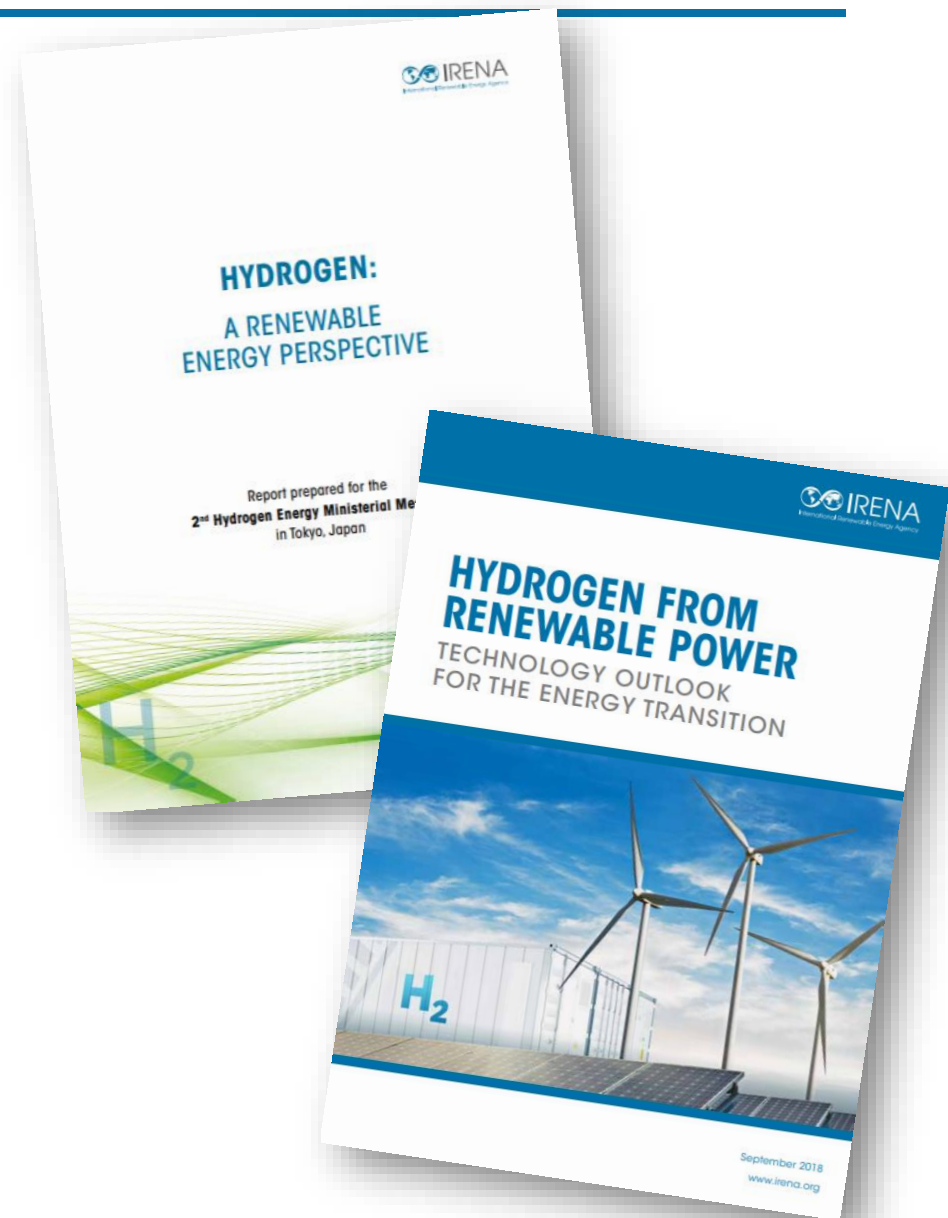
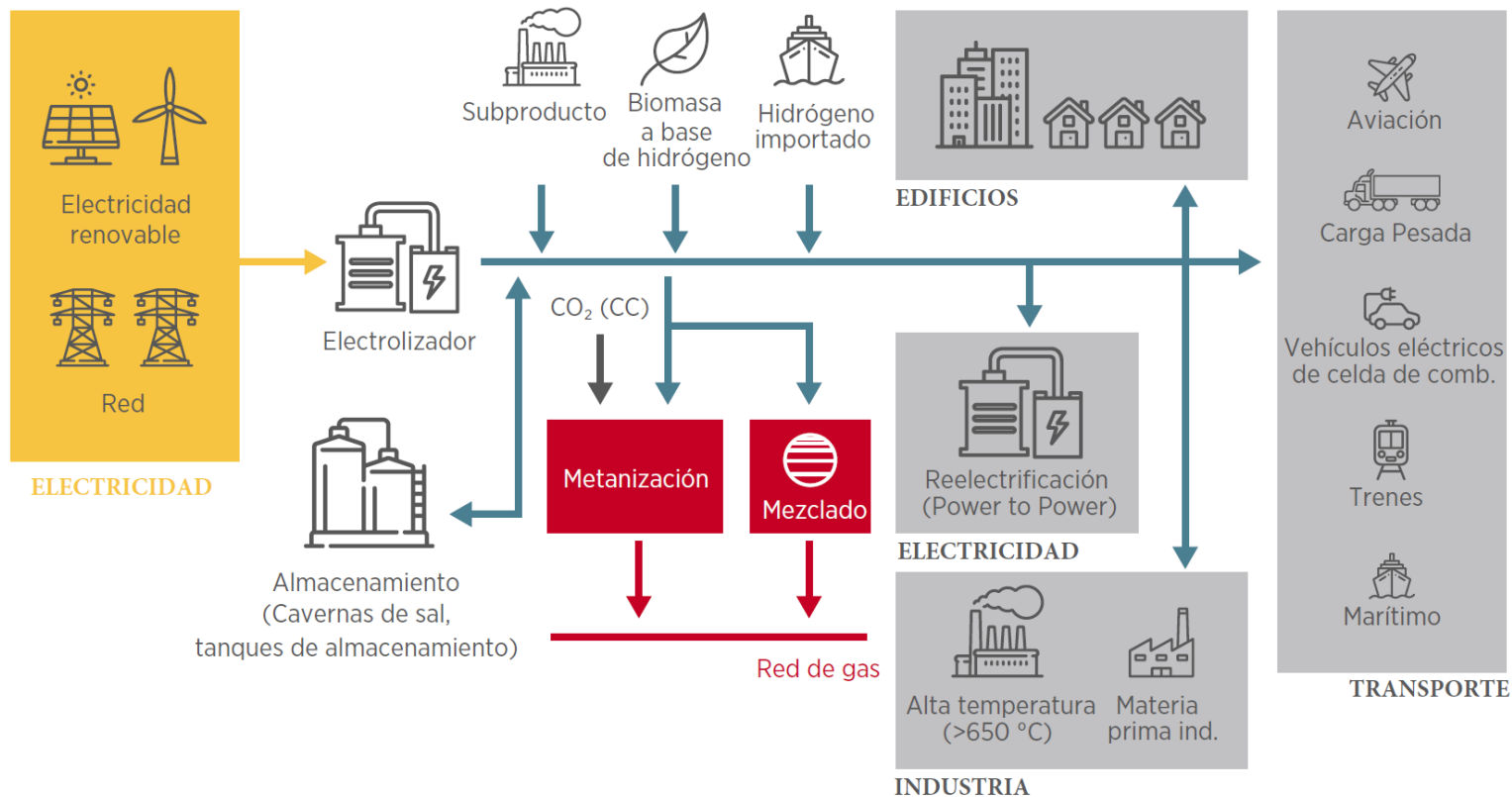
Opción 2: Optimización libre de potencia y energía

- También es posible optimizar potencia y energía por separado
- En este caso no hay necesidad de definir un ratio P/E fijo sino el costo de inversión de potencia (inversor) además de el de energía

unit type	inv.cost/kW	inv.cost/kWh	fixed kW/kWh ratio
battery	20	80	

Electricidad a hidrógeno

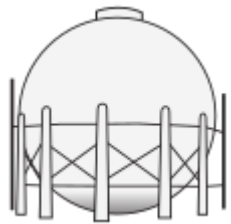
Hidrógeno renovable para la transición energética



Red de hidrógeno

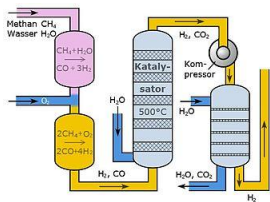


- Se define el perfil de demanda en la hoja “ts_energy”
- Esta demanda representaría la demanda de hidrógeno en el sistema



Almacenamiento de hidrógeno

- Se define igual que el almacenamiento de energía pero en la red de hidrógeno
- En FlexTool se puede modelar también una red de hidrógeno con distintos nodos



Otros métodos de producción

- En la red de hidrógeno puede haber otros métodos de producción de hidrógeno modelados de una manera simplificada
- Ejemplos: metano reformado con vapor (SMR)

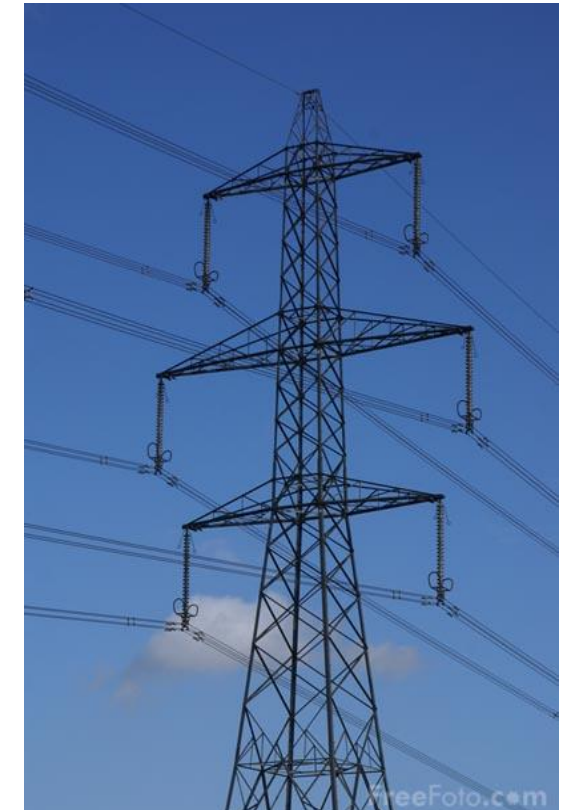
Electrolizador
(SIGUIENTE)



Celda de combustible
(SIGUIENTE)



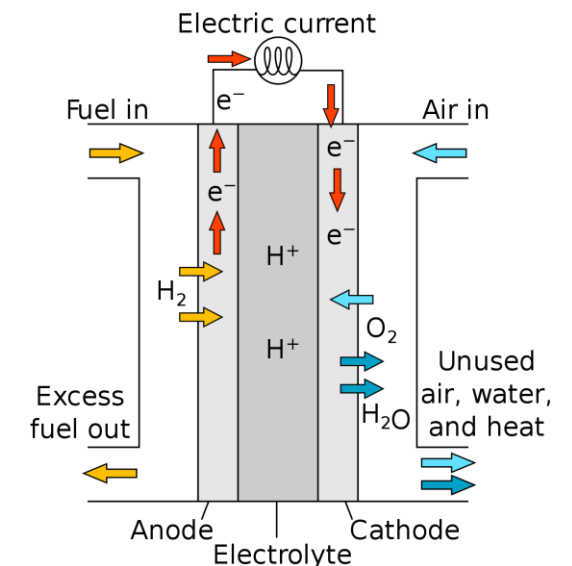
Red de electricidad





- Unidad que absorbe electricidad y la convierte en hidrógeno para usar en esa red
- En “**unit_type**” se definen la principales características del electrolizador que dependen de su química
 - Por ejemplo: eficiencia (“**conversion eff.**”), rampas, vida útil, etc.
- En “**units**” se define la capacidad instalada por nodo como con los generadores

- Unidad que absorbe hidrógenos y lo convierte de nuevo a electricidad
- En “**unit_type**” se definen la principales características de la celda de combustible. La eficiencia en este caso es también “**conversion eff.**”
- En “**units**” se define la capacidad instalada por nodo como los generadores
- De la misma manera habría que definir una turbina de gas que funcione con hidrógeno, u otro tipo de generador como los motores de combustión interna.



Transmisión

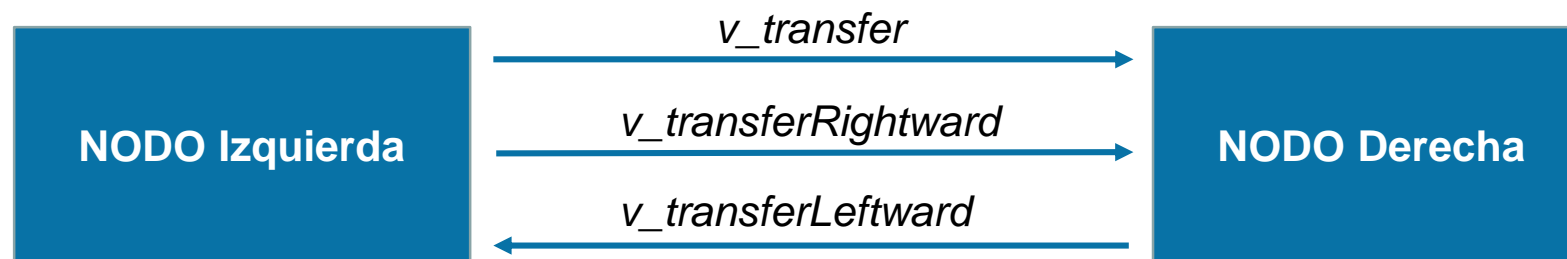
- **Transferencias** entre nodos definidas en la hoja “**nodeNode sheet**”
 - Ambos nodos tienen que estar en la misma “grid”
 - Las transferencias existentes pueden tener distintas capacidades en cada dirección
 - Las inversiones futuras siempre tendrán la misma capacidad en ambas direcciones

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	grid	node1	node2	cap.rightward (MW)	cap.leftward (MW)	invested capacity (MW)	max invest (MW)	loss	inv.cost/kW	lifetime	interest	annuity	HVDC	color in results
2	elec	nodeA	nodeB	150	150		0	0.01	100	50	0.08	0.082	0	
3	elec	nodeB	nodeC	100	100		0	0.01	100	50	0.08	0.082	0	

Hoja “nodeNode”









Transferencias, 2/2

- **Transferencias con pérdidas** requieren al menos dos variables
 - Una sola ecuación lineal “pérdidas x transferencia” significaría que en la otra dirección la pérdida es una ganancia
- La pérdida puede emplearse para producir **‘fugas’ del modelo**
 - En vez de verter ERV, el modelo puede disipar energía transfiriéndola en dos direcciones al mismo tiempo
 - Solo se puede controlar con una variable binaria (no permitido en FlexTool)
- Por ello, **tres variables**: transfer, transfer rightward y transfer leftward
 - Transfer no contiene la pérdida
 - Transfer rightward permite pérdidas y ayuda a contener la ‘fuga’ del modelo
 - Transfer leftward ayuda a limitar más la ‘fuga’ del modelo

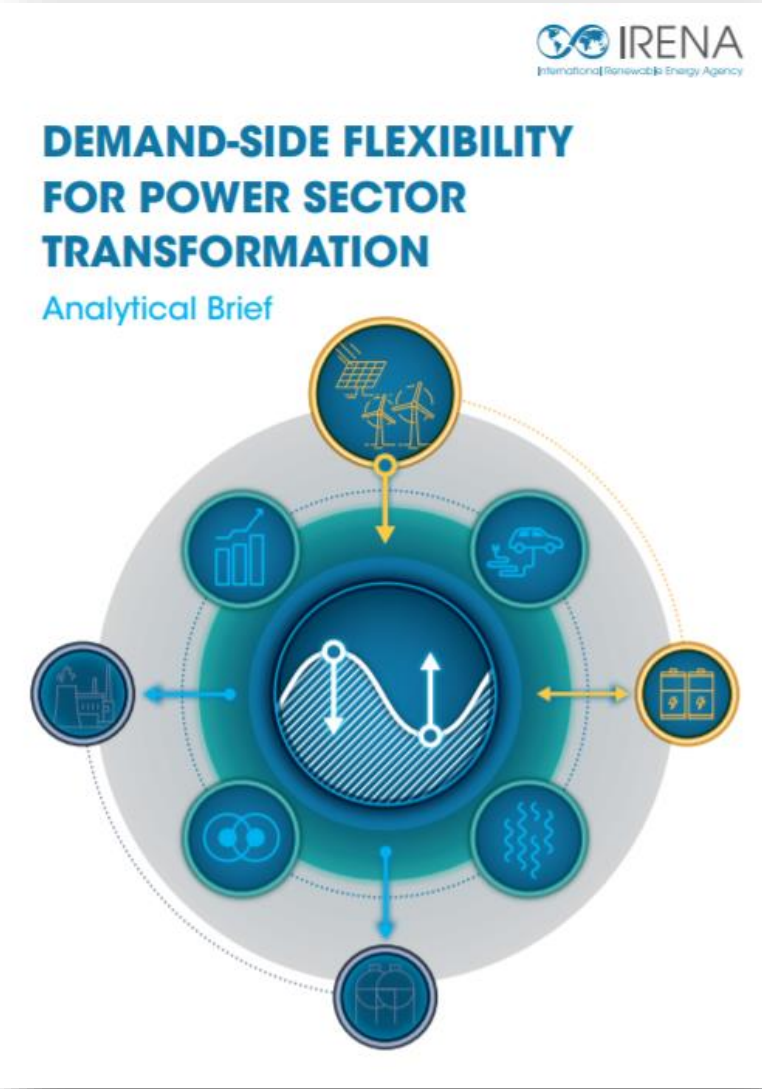


Respuesta en demanda

Flexibilidad de la demanda para la transformación del sector eléctrico

		 Industrial	 Commercial	 Residential
 Power-to-heat		●	●	●
 Power-to-hydrogen		●	●	●
 Electric vehicles		●	●	●
 Smart appliances		●	●	●
 Industrial processes		●	●	●

- The solution would be competitive/suitable in that end-use sector
- The solution is unlikely to be competitive/suitable in that end-use sector



FlexTool

- La respuesta en demanda se define en la hoja “**unit_type**”, como si fuera un generador. Se define como:

- Respuesta en demanda a subir** – Generador con precio negativo y eficiencia de carga
- Respuesta en demanda a bajar** – Generador con precio positivo y eficiencia normal



unit type	efficiency	min load	eff at min load	ramp up (p.u. per min)	ramp down (p.u. per min)	O&M cost/MWh	availability	max reserve	inertia constant (MW s/MW)	fixed cost/kW /year	inv.cost/kW	inv.cost/kWh	fixed kW/kWh ratio	conversion eff	startup cost	min uptime (h)	min downtime (h)	eff charge	self discharge loss	lifetime	interest	annuity	non synchronous
demand_incr				1.00	1.00	-15.0	1.00	1.00										1.00		10	0.08	0.149	0
demand_decr	1.00			1.00	1.00	100.0	1.00	1.00												10	0.08	0.149	0

- En la hoja “**units**” se define lo siguiente:
 - Capacity (MW) – Si la respuesta en demanda es a subir entonces la capacidad máxima es negativa y si es a bajar entonces positiva

unitGroup	unit type	Choose one input option (none, fuel, cf profile, inflow or input grid+node)					Output #1		capacity (MW)
		fuel	cf profile	inflow	input grid	input node	output grid	output node	
Dem_inc	demand_incr						elec	nodeC	-30
Dem_dec	demand_decr						elec	nodeC	40

Vehículos eléctricos

Los EV descarbonizan el sector eléctrico

Las baterías de los EVs pueden proveer flexibilidad al sistema eléctrico

Un Sistema eléctrico flexible puede integrar más ERV y cargar los EVs con renovables

Las ERV descarbonizan el sector del transporte

La carga inteligente es clave para aprovechar las sinergias entre el transporte limpio y la electricidad baja en carbono



Modelando EVs con carga unidireccional

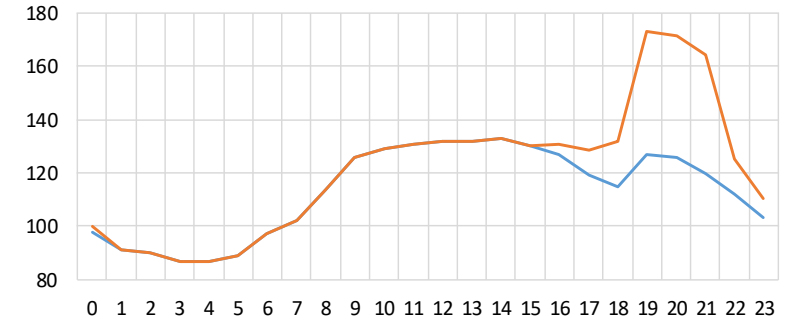
Precalcular los perfiles de demanda

- EVs como perfiles de demanda precalculados que se añaden a la curva de demanda

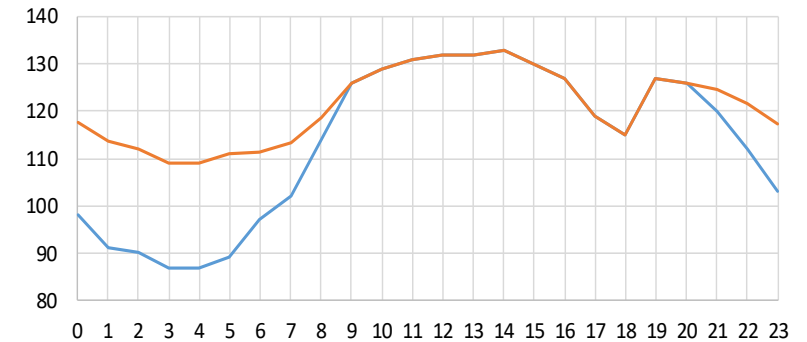
- Tres escenarios de carga:

- 1 Carga descontrolada por la tarde
 - Tan pronto como los EVs llegan a la casa, cargan a máxima potencia
- 2 Carga controlada por la noche
 - La carga se distribuye a lo largo de la noche
- 3 Carga controlada por el día
 - La carga coincide con el perfil solar FV

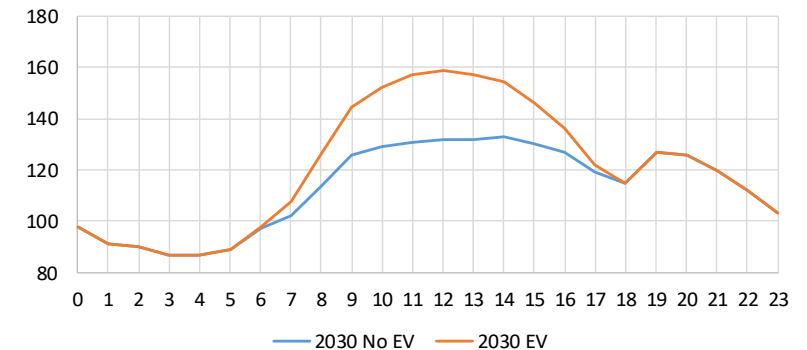
- En FlexTool:** Sumar a la curva de demanda y añadir en la pestaña “**ts_energy**”



1



2



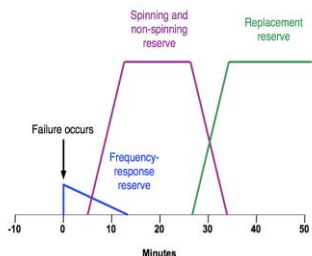
3

Nodo de Electromovilidad



Demanda

- Definir perfil de demanda por la pestaña “ts_energy”
- Esta demanda representa lo que se descargan los vehículos por movilidad
- Hay que estimarla



Reservas

- Definir perfil de reservas por la pestaña “ts_reserve”
- Esto sirve para representar la cantidad de coches que están conectados a la red en este momento
- Existen softwares para estimar esto

Definir una unidad que transfiera energía en el nodo de electromovilidad al de electricidad y viceversa



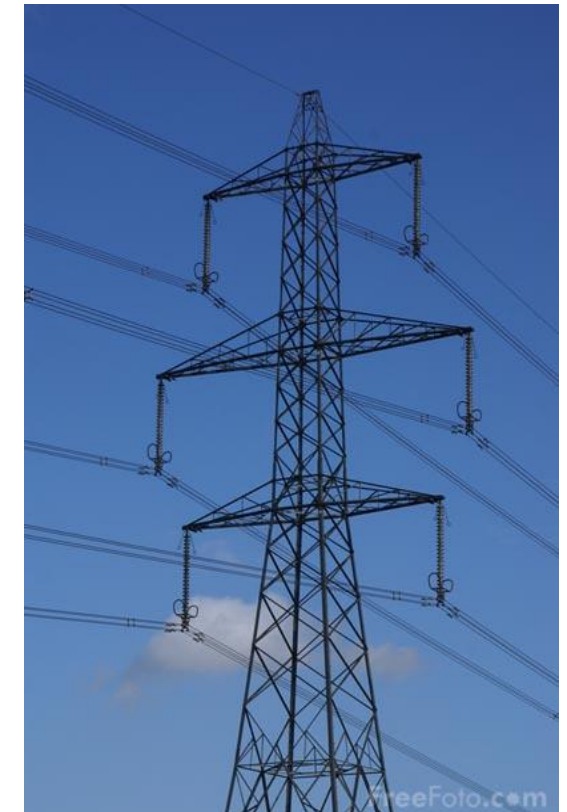
$$P_{tot} = \alpha * \sum P_{Cargadores}$$

$$E_{tot} = \alpha * \sum E_{battery}$$

α = Factor de contemporaneidad



Nodo de electricidad





www.irena.org



www.twitter.com/irena



www.facebook.com/irena.org



www.instagram.com/irenaimages



www.flickr.com/photos/irenaimages



www.youtube.com/user/irenaorg