



# L'Aigua com a font d'Energia

Begoña Martínez  
Consorci Besòs Tordera

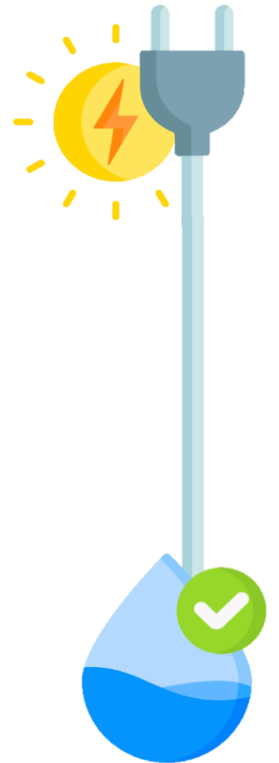
# Aigua per l'Energia Energia per l'Aigua

## Energy supply depends on water. Water supply depends on energy.

L'energia necessita aigua; l'aigua necessita energia; i aquests vincles tenen una enorme importància per al **creixement econòmic**, la **vida** i el **benestar**.

L'aigua és essencial per a totes les fases de la producció d'energia, des dels combustibles fòssils fins als biocombustibles i les centrals elèctriques.

L'ús de l'energia és vital per a diversos processos hídrics, com ara la distribució, el tractament d'aigües residuals i la dessalinització.



# Aigua per l'Energia Energia per l'Aigua

## Energy supply depends on water. Water supply depends on energy.

L'energia necessita aigua; l'aigua necessita energia; i aquests vincles tenen una enorme importància per al **creixement econòmic**, la **vida** i el **benestar**.

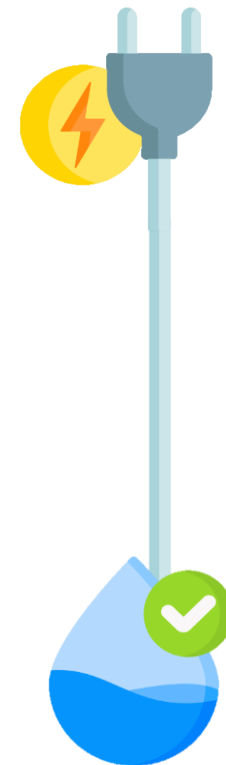
L'aigua és essencial per a totes les fases de la producció d'energia, des dels combustibles fòssils fins als biocombustibles i les centrals elèctriques.

L'ús de l'energia és vital per a diversos processos hídrics, com ara la distribució, el tractament d'aigües residuals i la dessalinització.



Gairebé totes les deficiències del sistema energètic mundial, es poden veure agreujades pels **canvis en la disponibilitat d'aigua**.

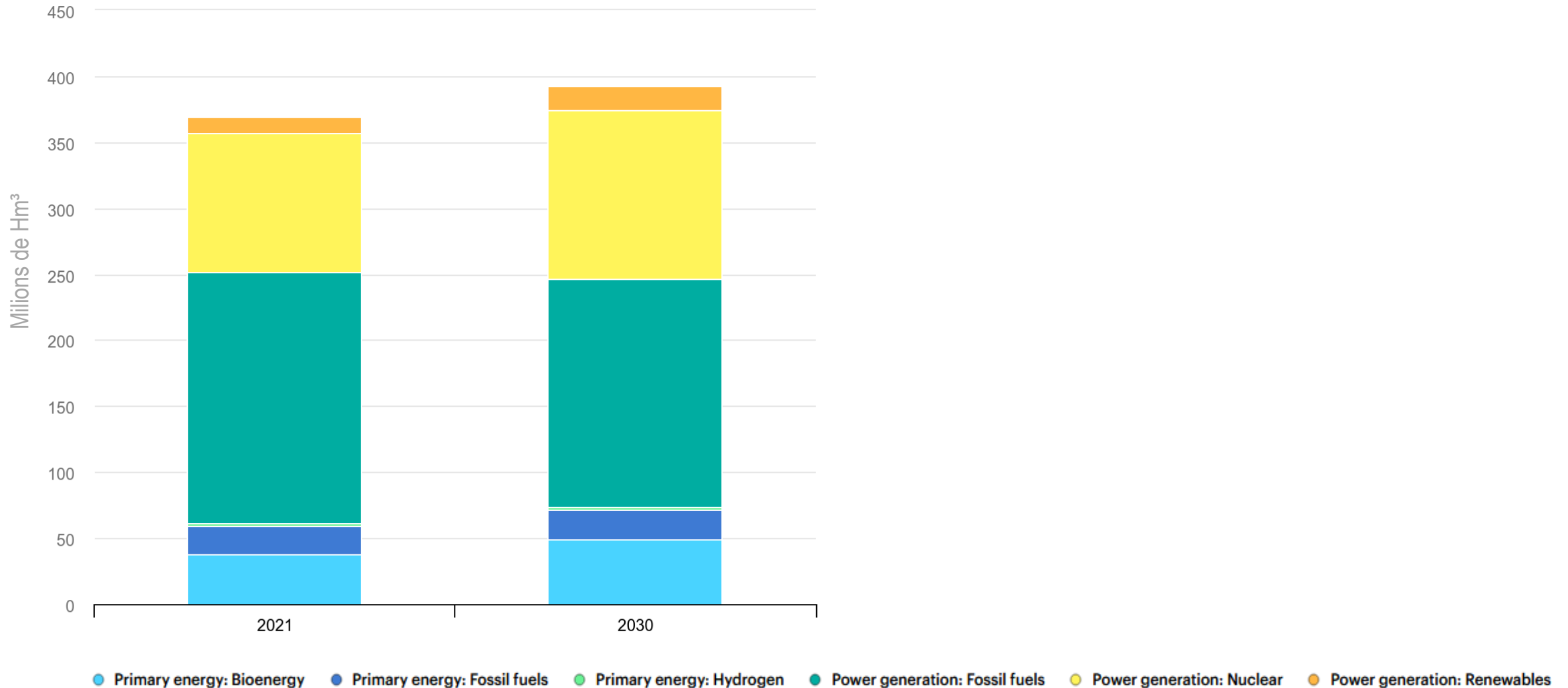
Gairebé totes les deficiències en el subministrament mundial d'aigua es poden veure agreujades per **fallades al sector energètic**.



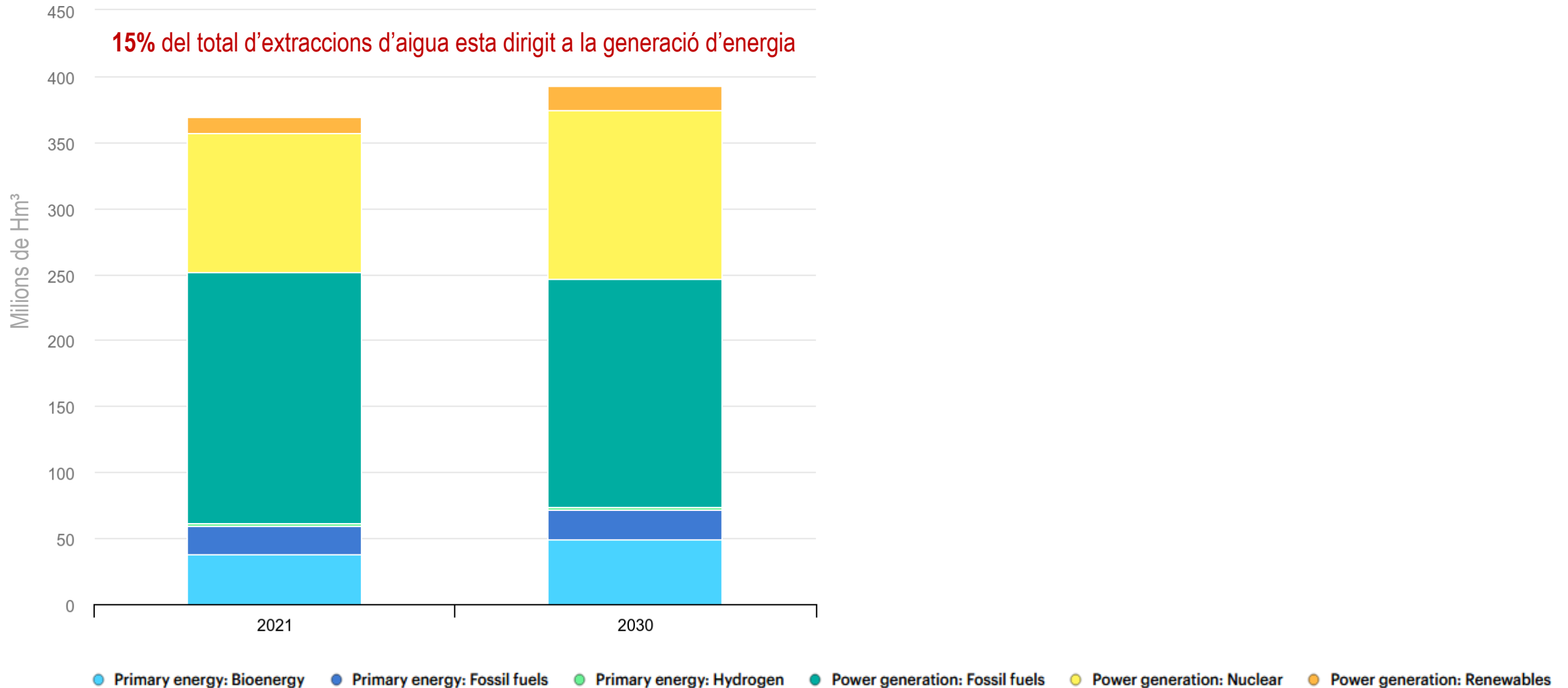
# Aigua per l'Energia



## Extracció d'aigua per generació d'energia al mon

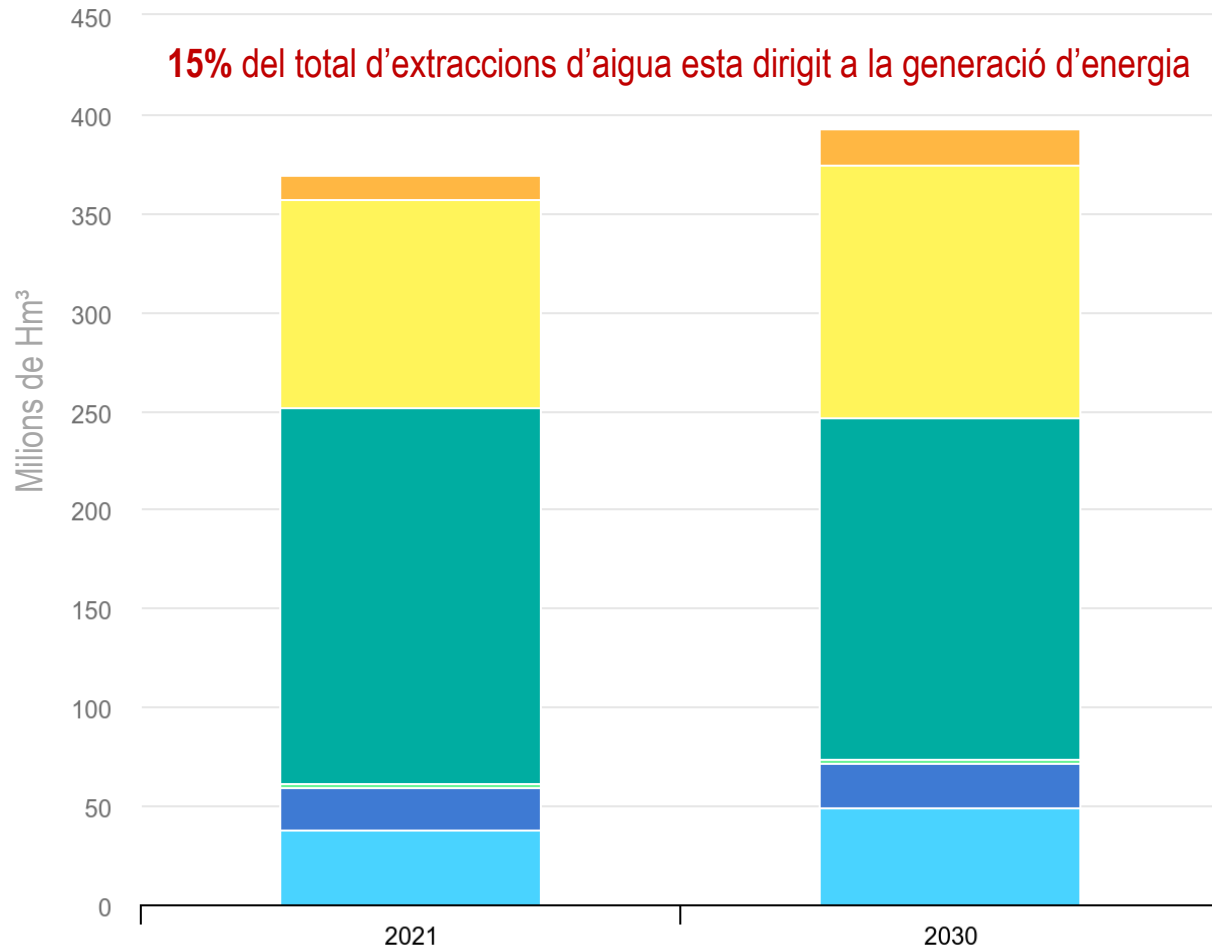


## Extracció d'aigua per generació d'energia al mon

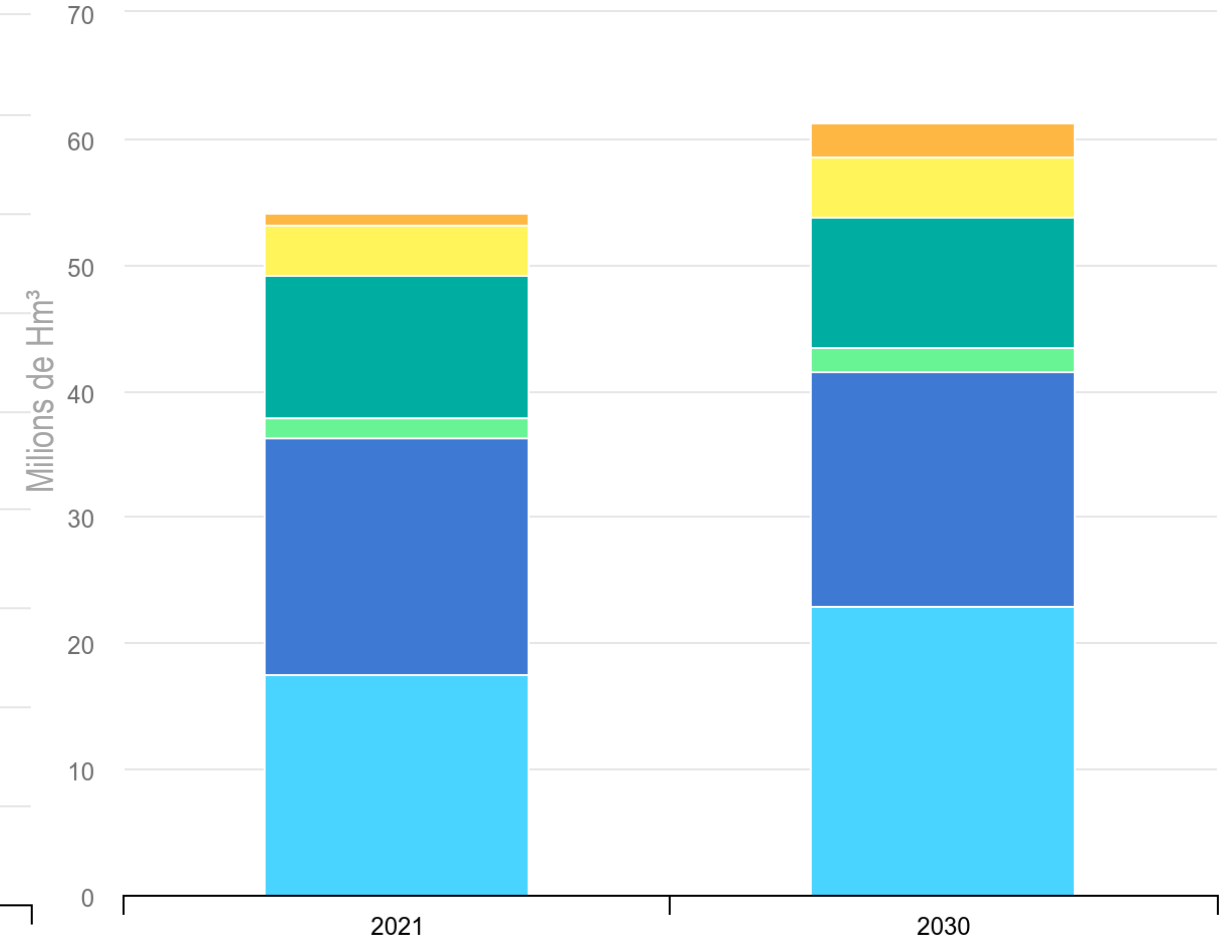


# Aigua per l'Energia

## Extracció d'aigua per generació d'energia al mon



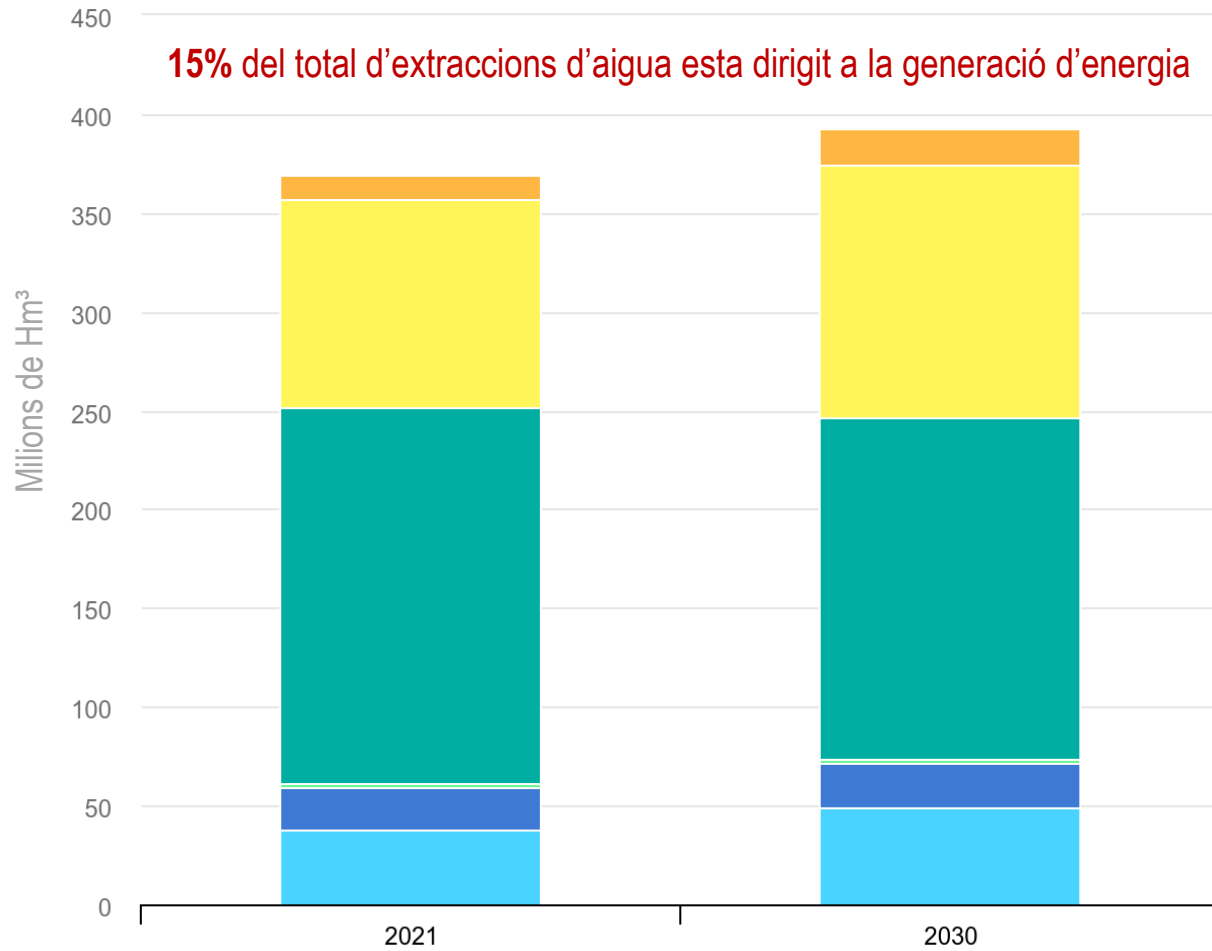
## Consum d'aigua per generació d'energia al mon



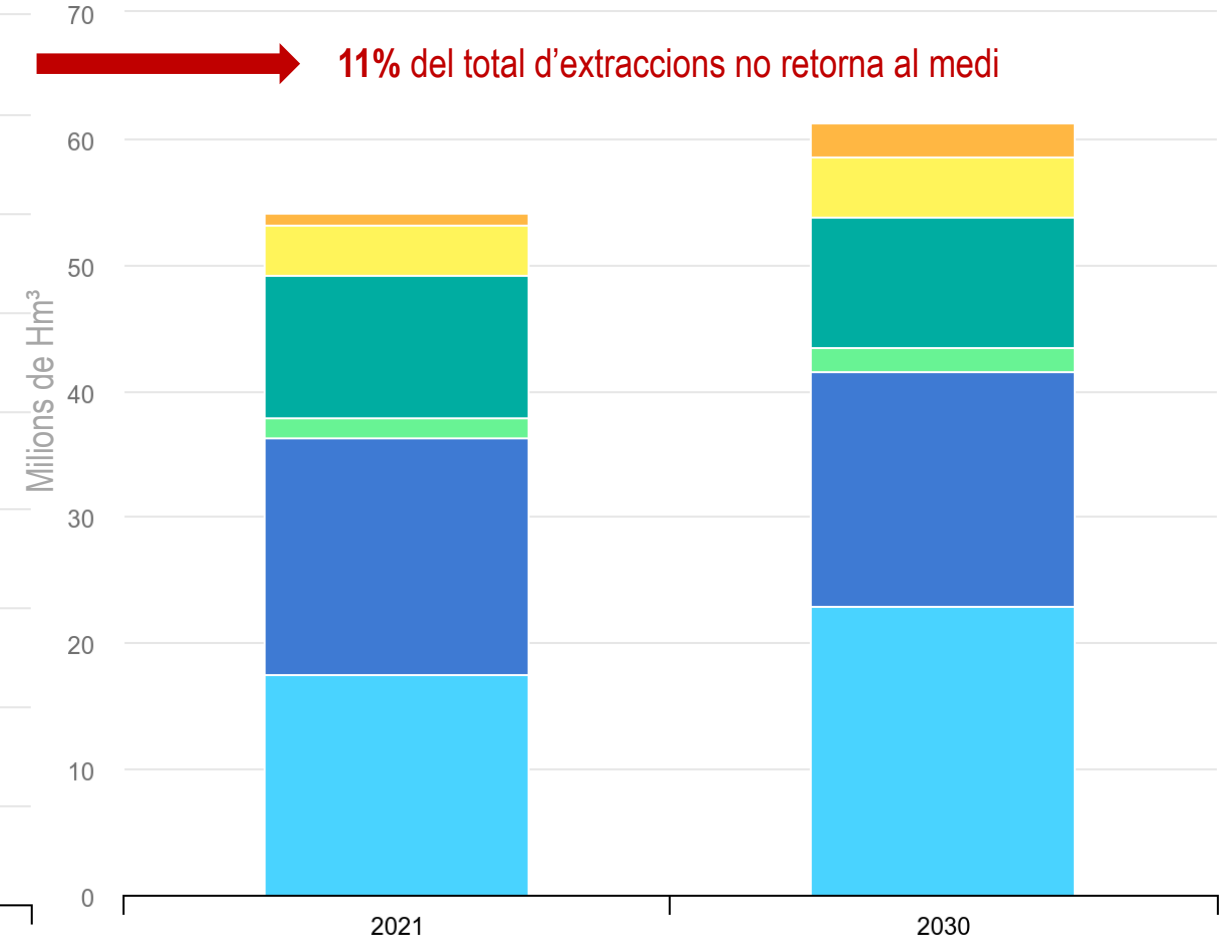
● Primary energy: Bioenergy ● Primary energy: Fossil fuels ● Primary energy: Hydrogen ● Power generation: Fossil fuels ● Power generation: Nuclear ● Power generation: Renewables

# Aigua per l'Energia

## Extracció d'aigua per generació d'energia al mon



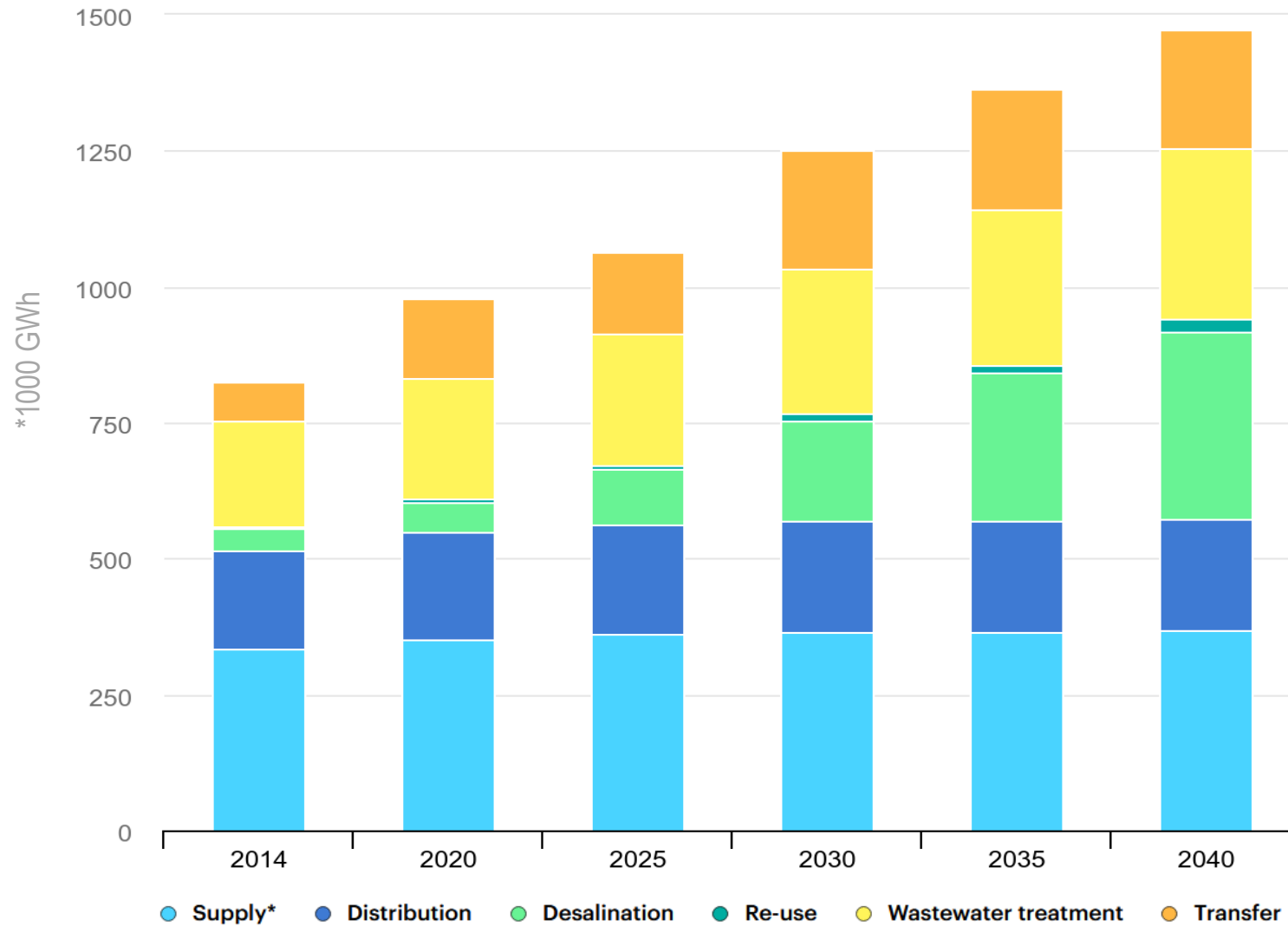
## Consum d'aigua per generació d'energia al mon



● Primary energy: Bioenergy ● Primary energy: Fossil fuels ● Primary energy: Hydrogen ● Power generation: Fossil fuels ● Power generation: Nuclear ● Power generation: Renewables

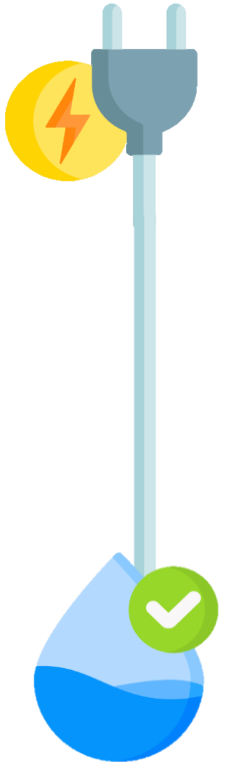


## Evolució del consum d'energia al mon per la gestió de l'aigua



# Aigua per l'Energia Energia per l'Aigua

**Energy supply depends on water. Water supply depends on energy.**



# Aigua per l'Energia Energia per l'Aigua

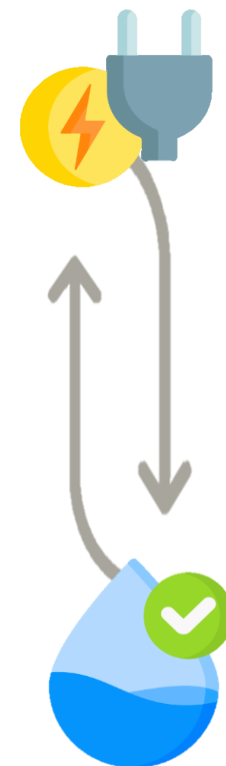
## Energy supply depends on water. Water supply depends on energy.

Cada vegada necessitarem més aigua per generar energia.

Cada vegada necessitarem més energia per gestionar l'aigua.



Mentre ens enfrontem a una situació de canvi climàtic global que, estressa els recursos.



# Aigua per l'Energia Energia per l'Aigua

## Energy supply depends on water. Water supply depends on energy.

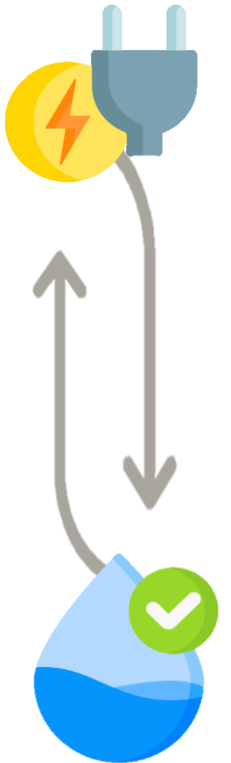
Cada vegada necessitarem més aigua per generar energia.

Cada vegada necessitarem més energia per gestionar l'aigua.



Mentre ens enfrontem a una situació de canvi climàtic global que, estressa els recursos.

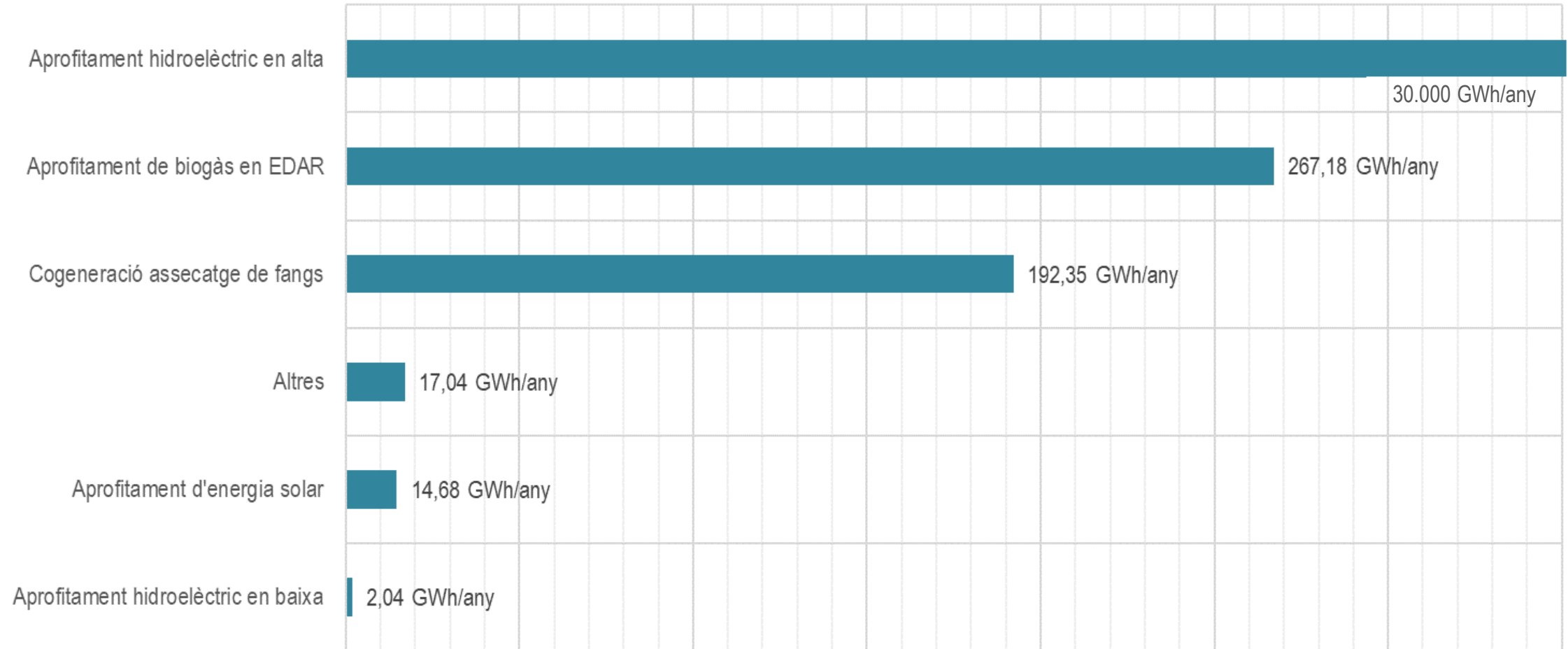
Menor disponibilitat d'aigua...menor disponibilitat d'energia ??



# Generació d'Energia a partir de l'Aigua



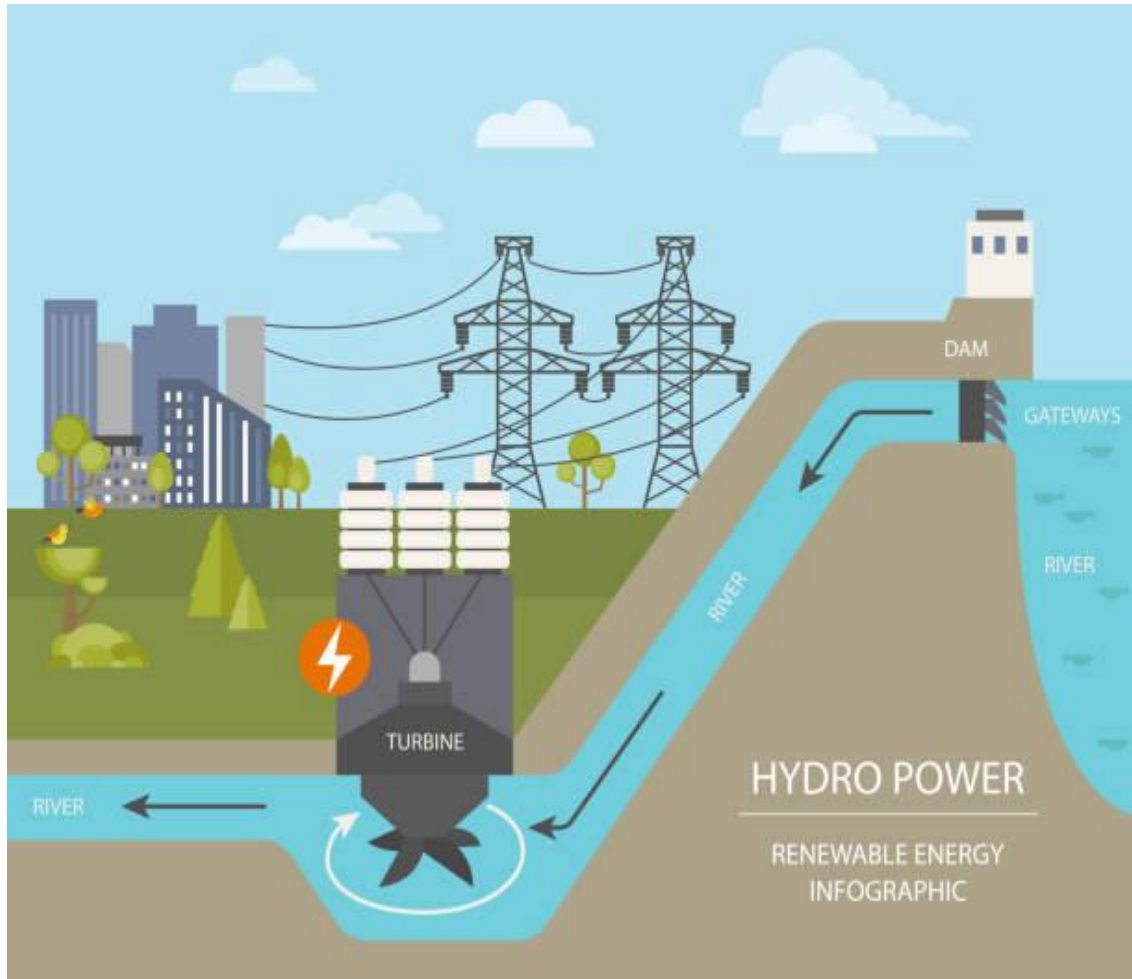
# Generació d'Energia a partir de l'Aigua



Altres inclou generació d'energia eòlica, a través de turbines i calor.

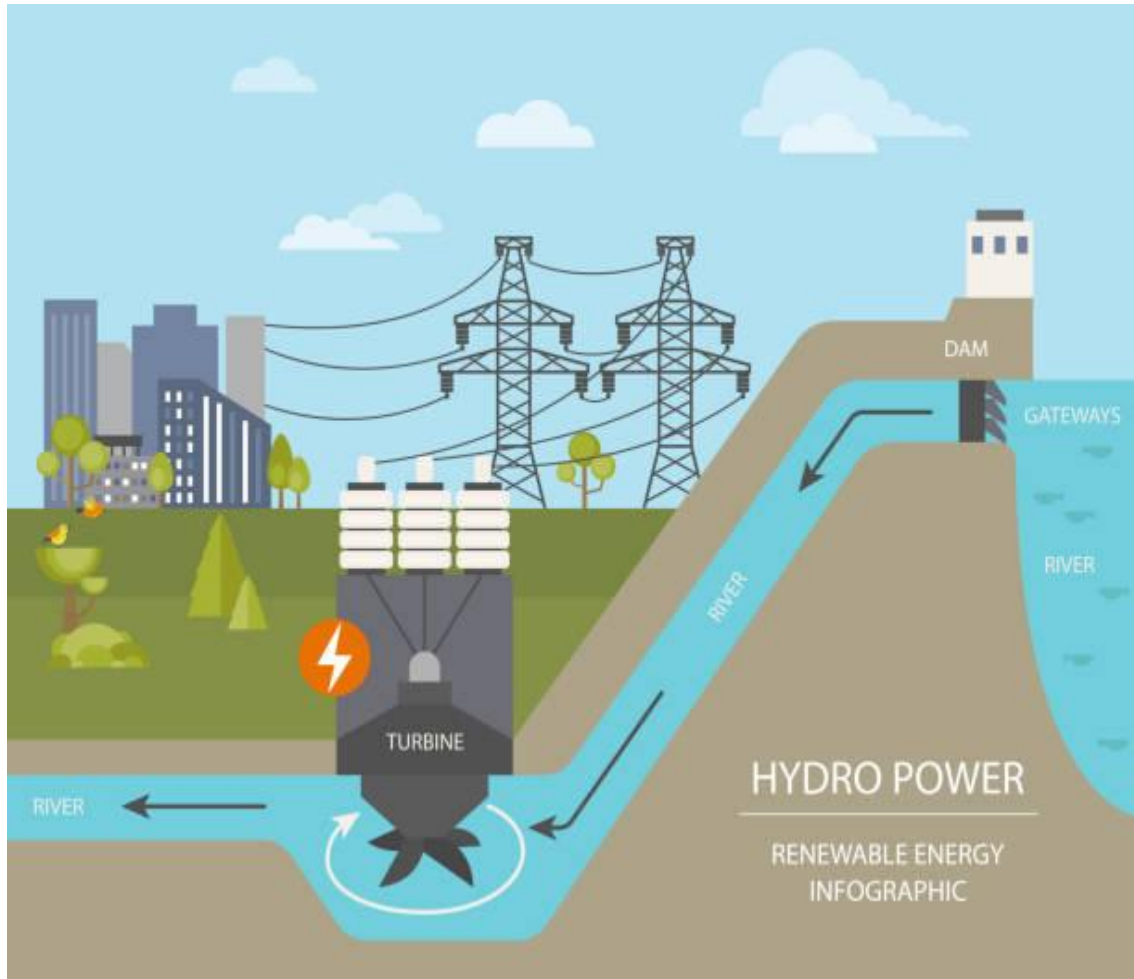
# Generació d'Energia a partir de l'Aigua

## Energia hidràulica

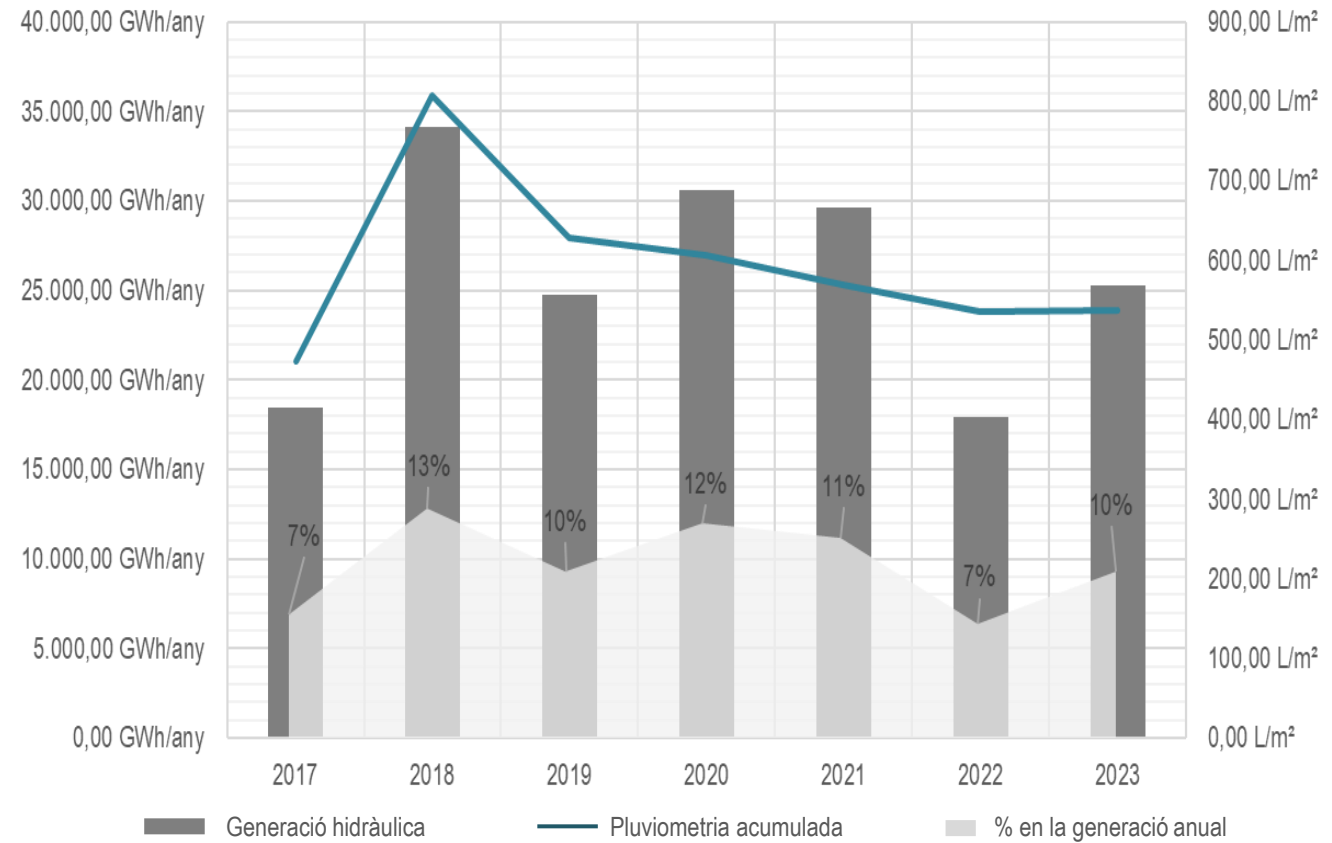


# Generació d'Energia a partir de l'Aigua

## Energia hidràulica



### Evolució de generació d'energia hidràulica i la seva implicació sobre la generació d'energia total (nacional)



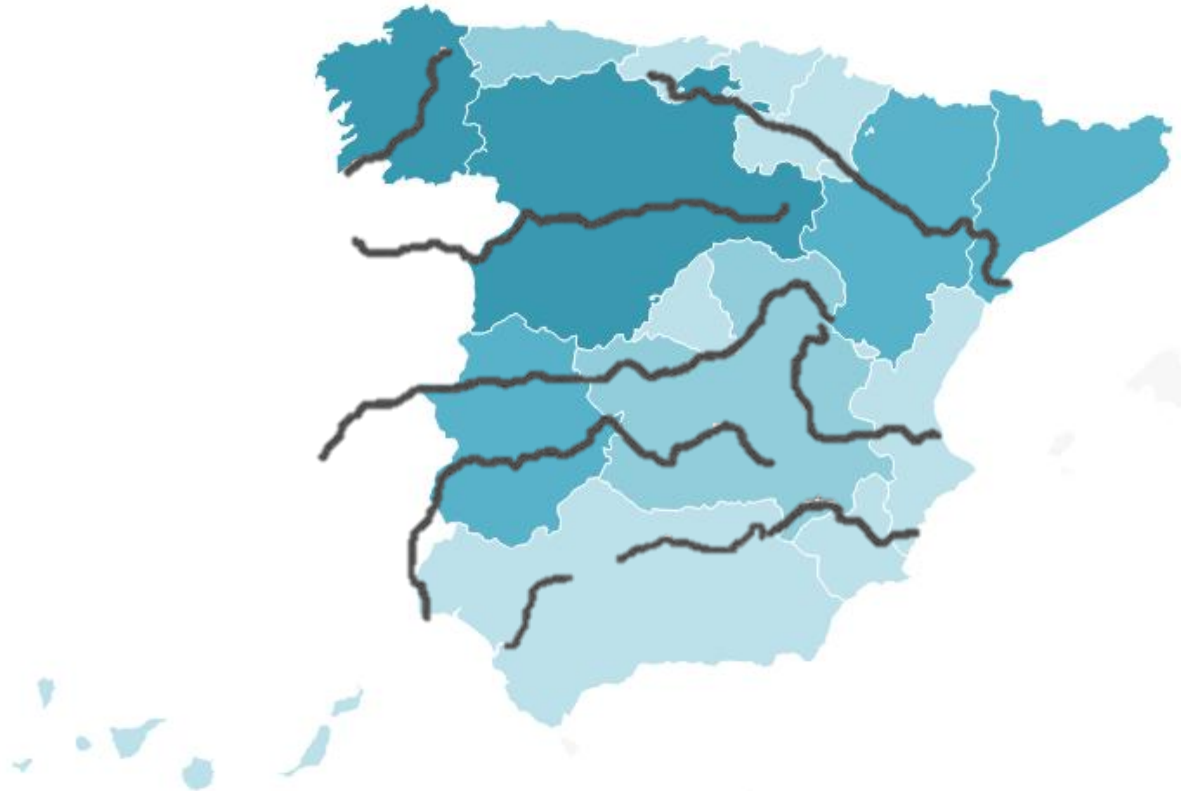


# Generació d'Energia a partir de l'Aigua

## Energia hidràulica

Generació d'energia hidràulica. Any 2023.

Potència instal·lada per la generació d'energia hidràulica. Any 2023.

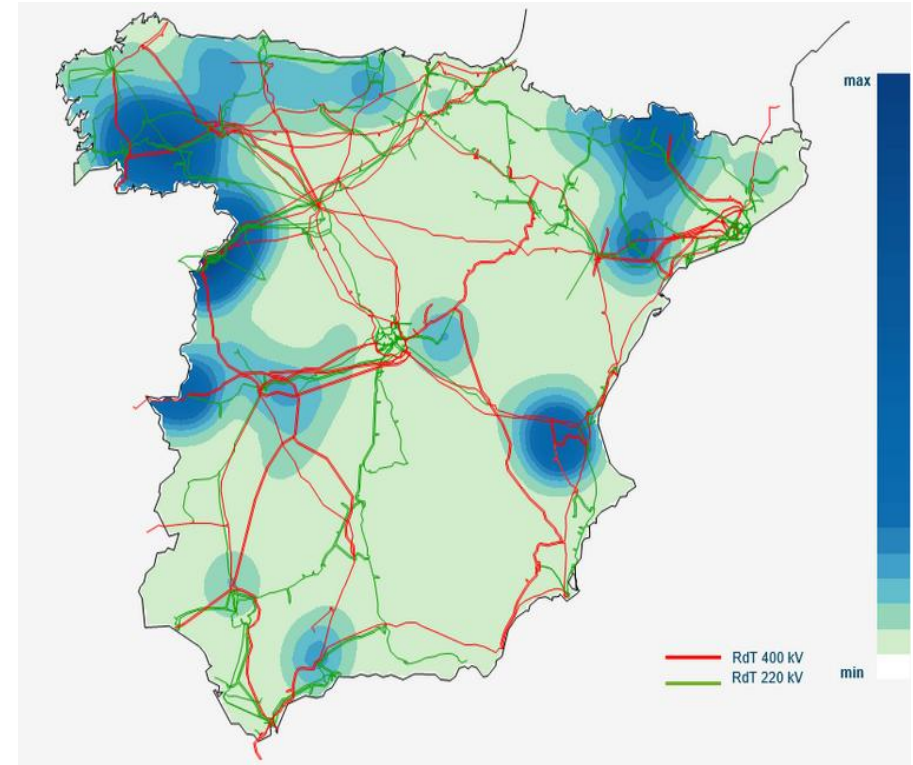


Generació hidràulica (GWh)

● < 500   ● 500 - 1.500   ● 1.500 - 3.000   ● > 3.000

— Principals rius

<https://www.sistemaelectrico-ree.es/>



— RdT 400 kV  
— RdT 220 kV

max

min

## Sanejament de les aigües residuals

2024/3019

12.12.2024

DIRECTIVA (UE) 2024/3019 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO

de 27 de noviembre de 2024

sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas

Artículo 11

### Neutralidad energética

1. Los Estados miembros velarán por que cada cuatro años se lleven a cabo auditorías energéticas, tal y como se definen en el artículo 2, punto 32, de la Directiva (UE) 2023/1791, de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas y de los sistemas de colectores en funcionamiento. Dichas auditorías identificarán el potencial de las medidas con una buena relación coste/eficacia para reducir el uso de energía o mejorar el uso y producción de energía renovable, prestando especial atención a identificar y aprovechar el potencial de producción de biogás o la recuperación y utilización de calor residual ya sea dentro de las instalaciones o mediante un sistema energético urbano, reduciendo al mismo tiempo las emisiones de gases de efecto invernadero. Las primeras auditorías energéticas se llevarán a cabo:

- a) a más tardar el 31 de diciembre de 2028, en el caso de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas que traten una carga de un mínimo de 100 000 h-e y los sistemas de colectores conectados a ellas;
- b) a más tardar el 31 de diciembre de 2032, en el caso de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas que traten una carga de un mínimo de 10 000 h-e pero de menos de 100 000 h-e y los sistemas de colectores conectados a ellas.

2. Los Estados miembros velarán por que, a nivel nacional, la energía total anual procedente de fuentes renovables, tal como se define en el artículo 2, punto 1, de la Directiva (UE) 2018/2001, generada dentro o fuera de las instalaciones por o en nombre de titulares u operadores de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas que traten una carga de un mínimo de 10 000 h-e, con independencia de si los titulares u operadores de dichas instalaciones utilizan dicha energía dentro o fuera de ellas, sea equivalente como mínimo:

- a) a más tardar el 31 de diciembre de 2030, al 20 % de la energía total anual utilizada por dichas instalaciones;
- b) a más tardar el 31 de diciembre de 2035, al 40 % de la energía total anual utilizada por dichas instalaciones;

- c) a más tardar el 31 de diciembre de 2040, al 70 % de la energía total anual utilizada por dichas instalaciones;
- d) a más tardar el 31 de diciembre de 2045, al 100 % de la energía total anual utilizada por dichas instalaciones.

En la energía renovable generada por los titulares u operadores de la instalación de tratamiento de aguas residuales urbanas, o en su nombre, no se incluirá energía renovable adquirida.

3. Como excepción a lo dispuesto en el apartado 2, en caso de que un Estado miembro no logre el objetivo mencionado en el apartado 2, letra d), a pesar de haber aplicado todas las medidas de eficiencia energética y todas las medidas necesarias para mejorar la producción de energías renovables, en particular aquellas indicadas en las auditorías energéticas a que se refiere el apartado 1, los Estados miembros pueden, de manera excepcional, permitir la adquisición de energía procedente de fuentes no fósiles. Dichas adquisiciones se limitarán a un máximo del 35 % de energía procedente de fuentes no fósiles en relación con el objetivo mencionado en el apartado 2, letra d).

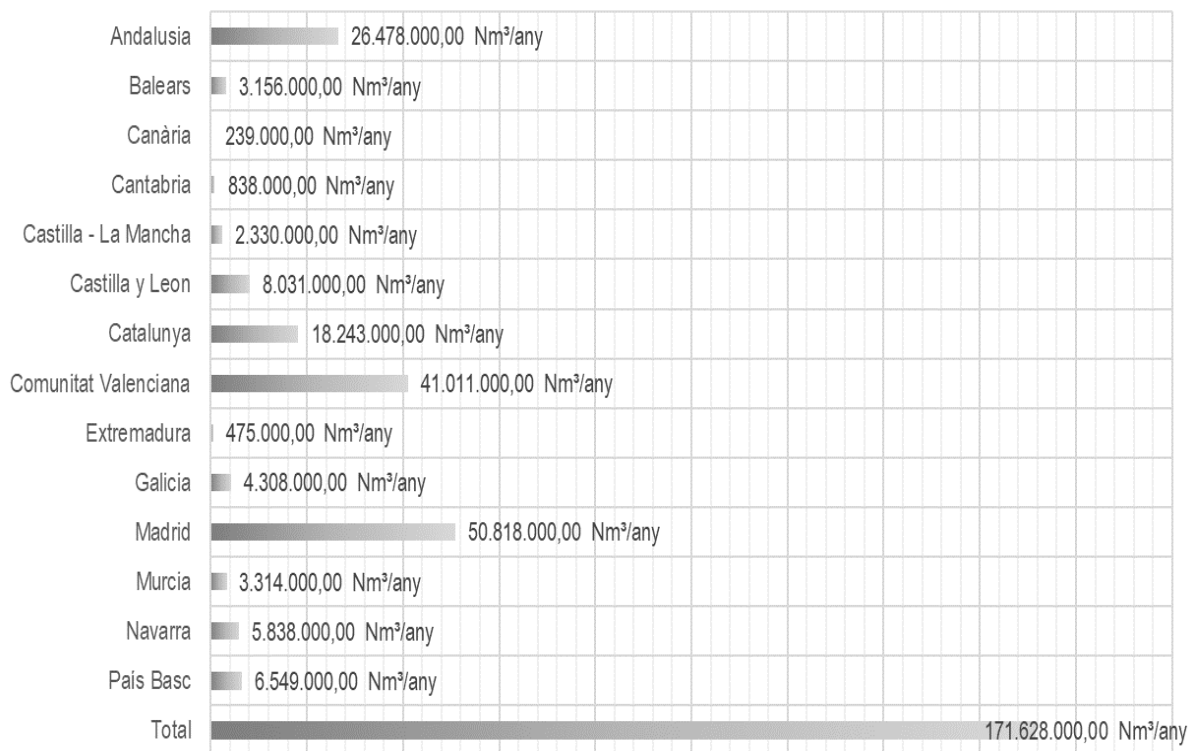
4. Como excepción a lo dispuesto en el apartado 2, en caso de que un Estado miembro no logre el objetivo mencionado en el apartado 2, letra c), a pesar de haber aplicado todas las medidas de eficiencia energética y todas las medidas necesarias para mejorar la producción de energías renovables, en particular aquellas indicadas en las auditorías energéticas a que se refiere el apartado 1, los Estados miembros pueden, de manera excepcional, permitir la adquisición de energía procedente de fuentes no fósiles. Dichas adquisiciones se limitarán a un máximo de cinco puntos porcentuales del objetivo mencionado en el apartado 2, letra c). Dicha excepción se concederá solamente a aquellos Estados miembros que, a más tardar el 31 de diciembre de 2040, puedan demostrar que se precisa adquirir el 35 % de la energía externa procedente de fuentes no fósiles mencionada en el apartado 3 para lograr el objetivo mencionado en el apartado 2, letra d), habida cuenta de todas las medidas de eficiencia energética y todas las medidas necesarias para mejorar la producción de energías renovables, en particular aquellas indicadas en las auditorías energéticas mencionadas en el apartado 1.

5. La Comisión podrá adoptar un acto de ejecución para establecer los métodos para evaluar si se han cumplido los objetivos del apartado 2. Dicho acto de ejecución se adoptará de conformidad con el procedimiento de examen a que se refiere el artículo 28, apartado 2.

# Aprofitament de biogàs a EDAR

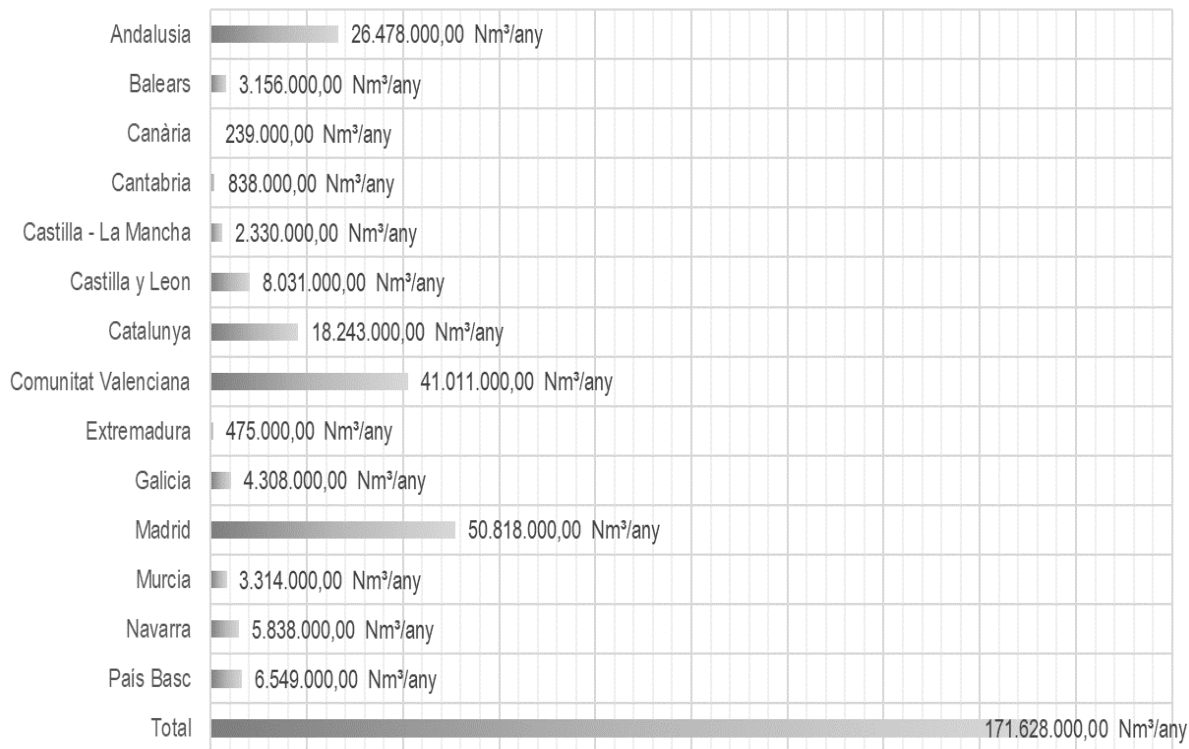


## Volum de biogàs produït 2020

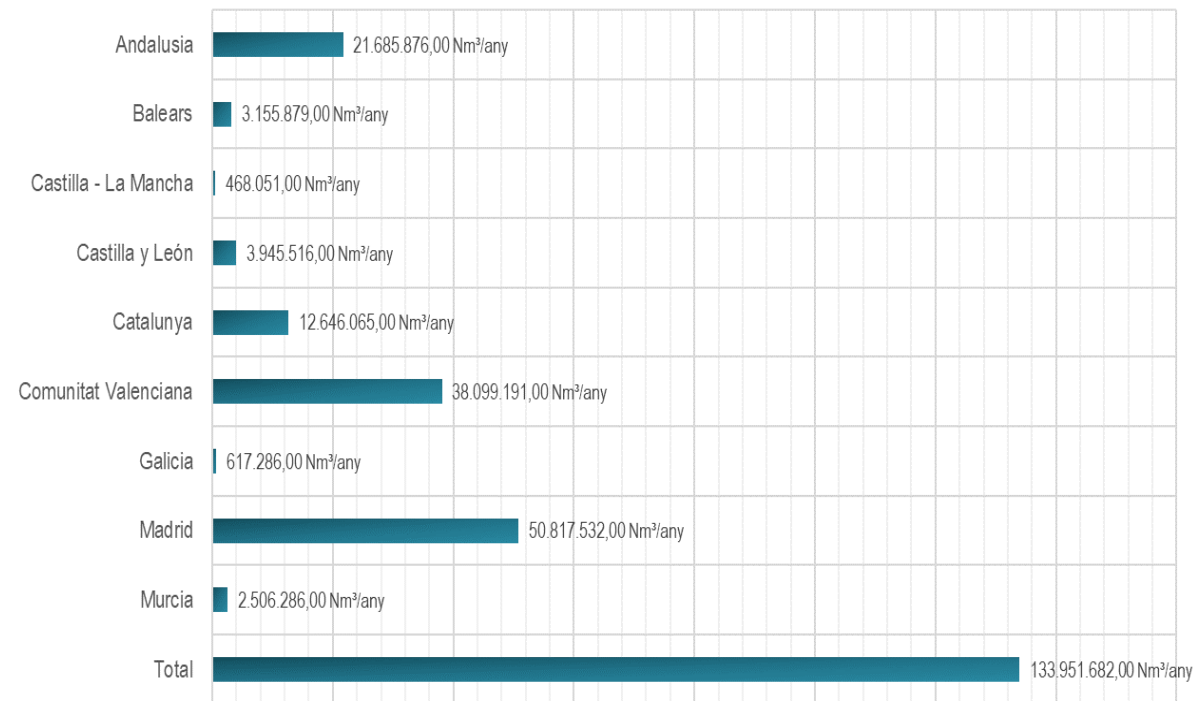


# Aprofitament de biogàs a EDAR

## Volum de biogàs produït 2020



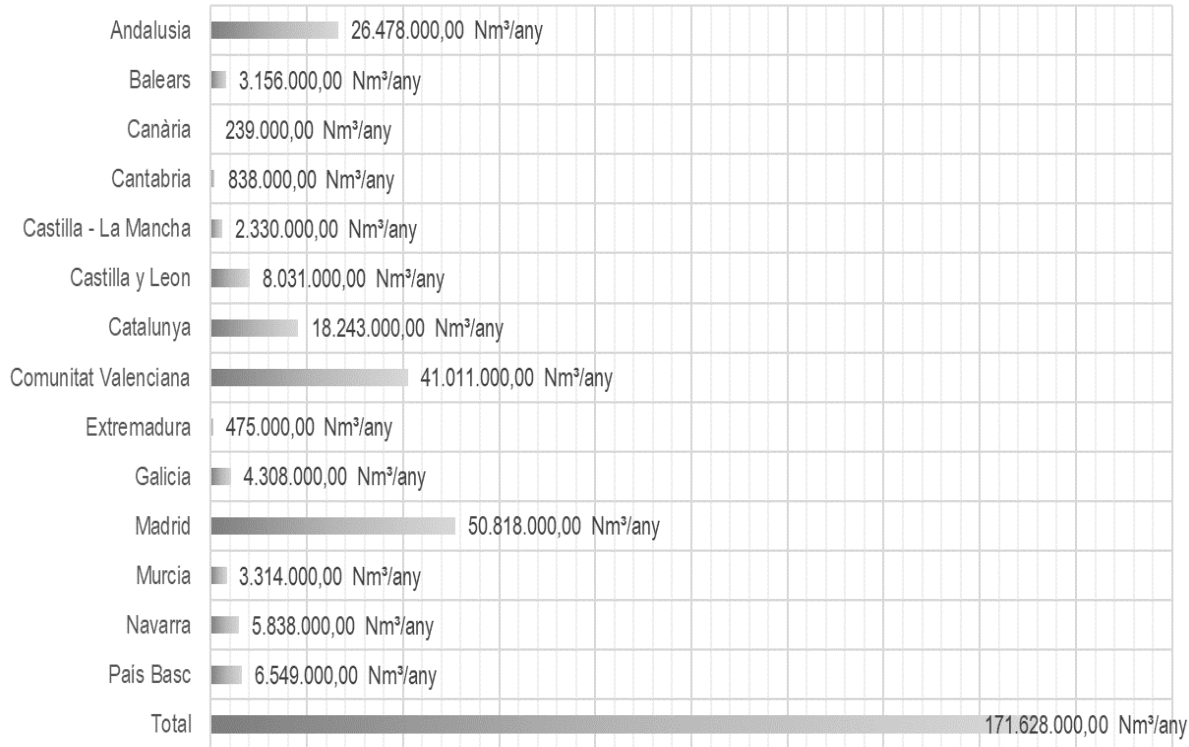
## Biogàs destinat a l'aprofitament energètic 2020



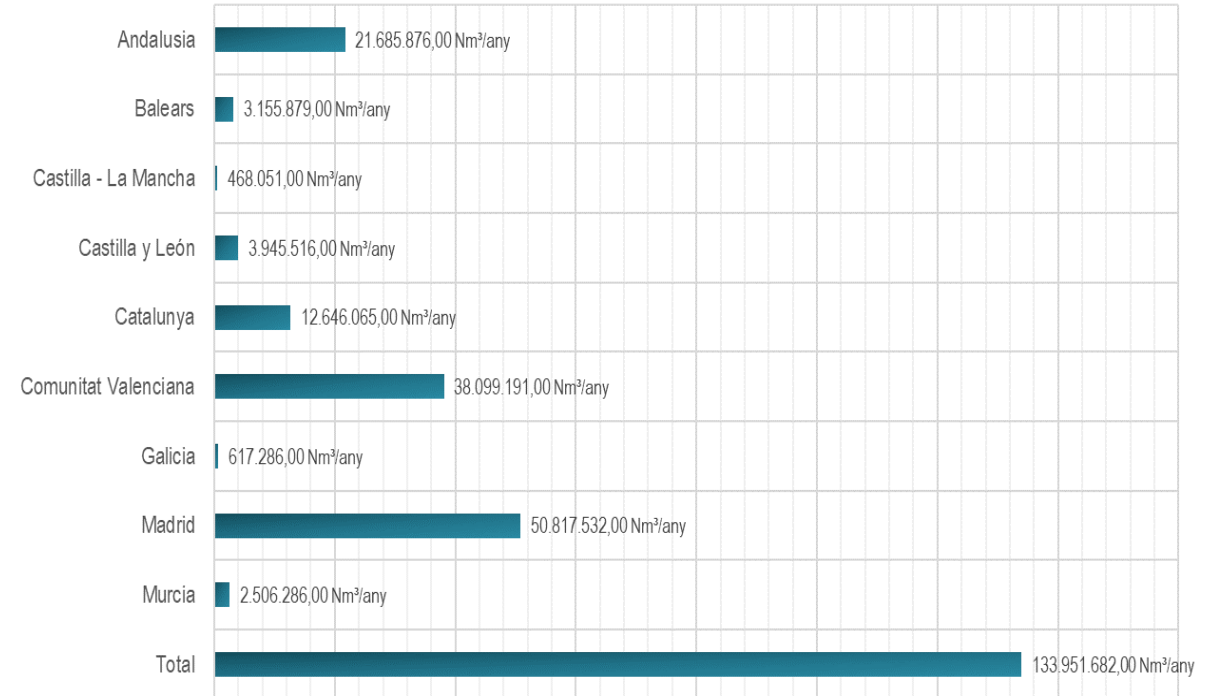
# Aprofitament de biogàs a EDAR



## Volum de biogàs produït 2020



## Biogàs destinat a l'aprofitament energètic 2020



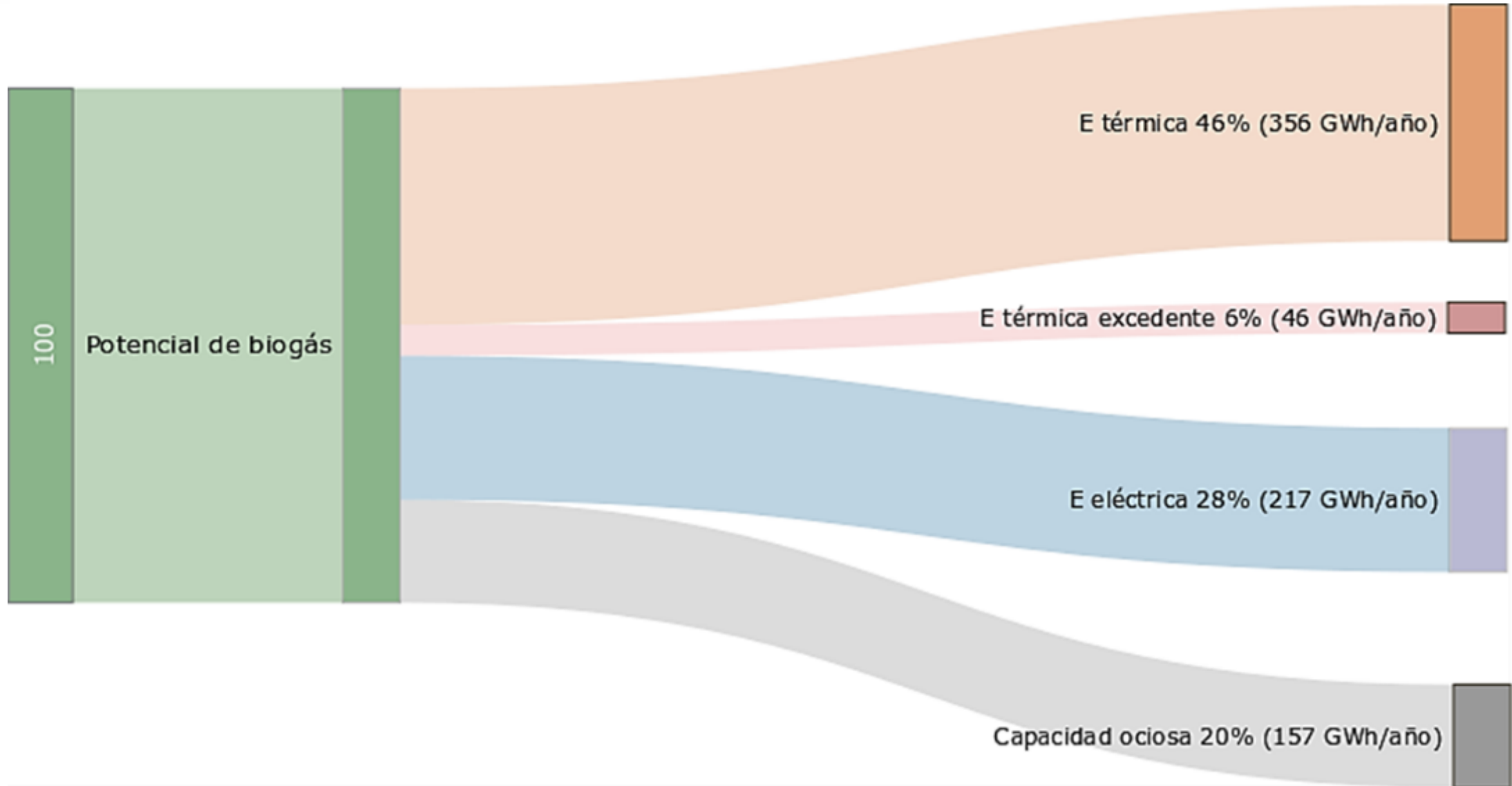
⚡ La generació de biogàs mostrada es fruit de la digestió anaeròbia dels fangs de les EDAR juntament amb altres substrats (en el 52% dels casos) → Codigestió

⚡ Aquest aprofitament dona com a resultat un autoconsum mitjà del 39% a les EDAR.

⚡ Biogàs ociós ~ 22% de la generació.

# Aprofitament de biogàs a EDAR

Producció total de biogàs real a l'estat espanyol de 777,42 GWh/any en 80 EDAR amb digestió anaeròbia.



# Aprofitament de biogàs a EDAR



⚡ **Producció total** de biogàs real a l'estat espanyol de 777,42 GWh/any en 80 EDAR amb digestió anaeròbia.

⚡ **Producció potencial**

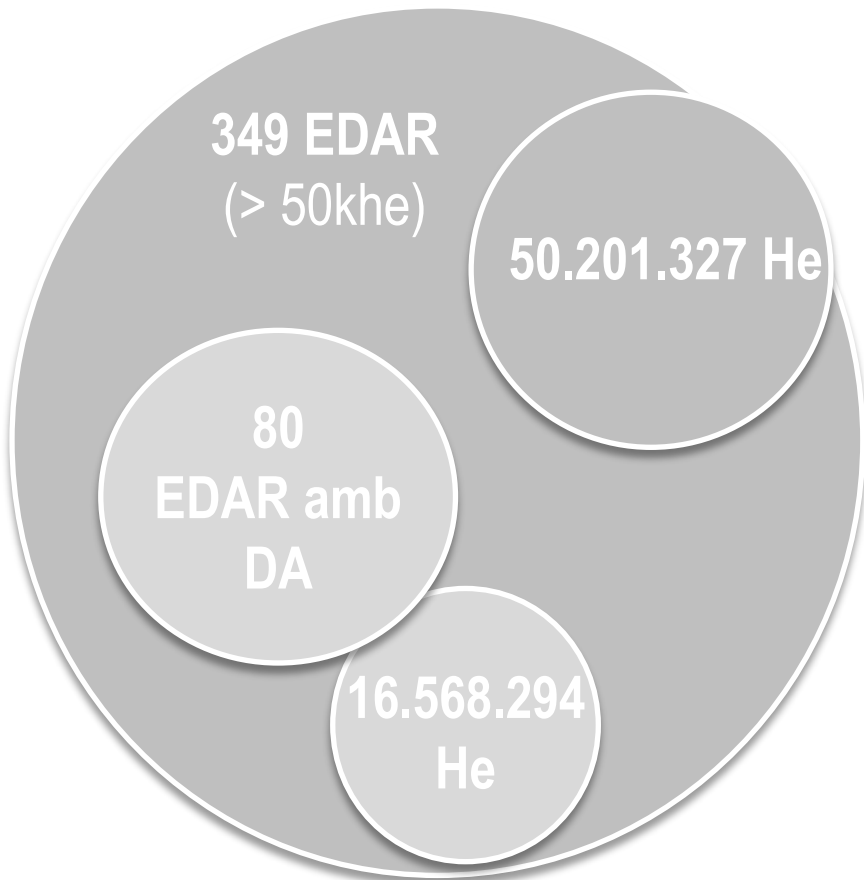
349 EDAR  
(> 50khe)

50.201.327 He

# Aprofitament de biogàs a EDAR

⚡ **Producció total** de biogàs real a l'estat espanyol de 777,42 GWh/any en 80 EDAR amb digestió anaeròbia.

⚡ **Producció potencial**

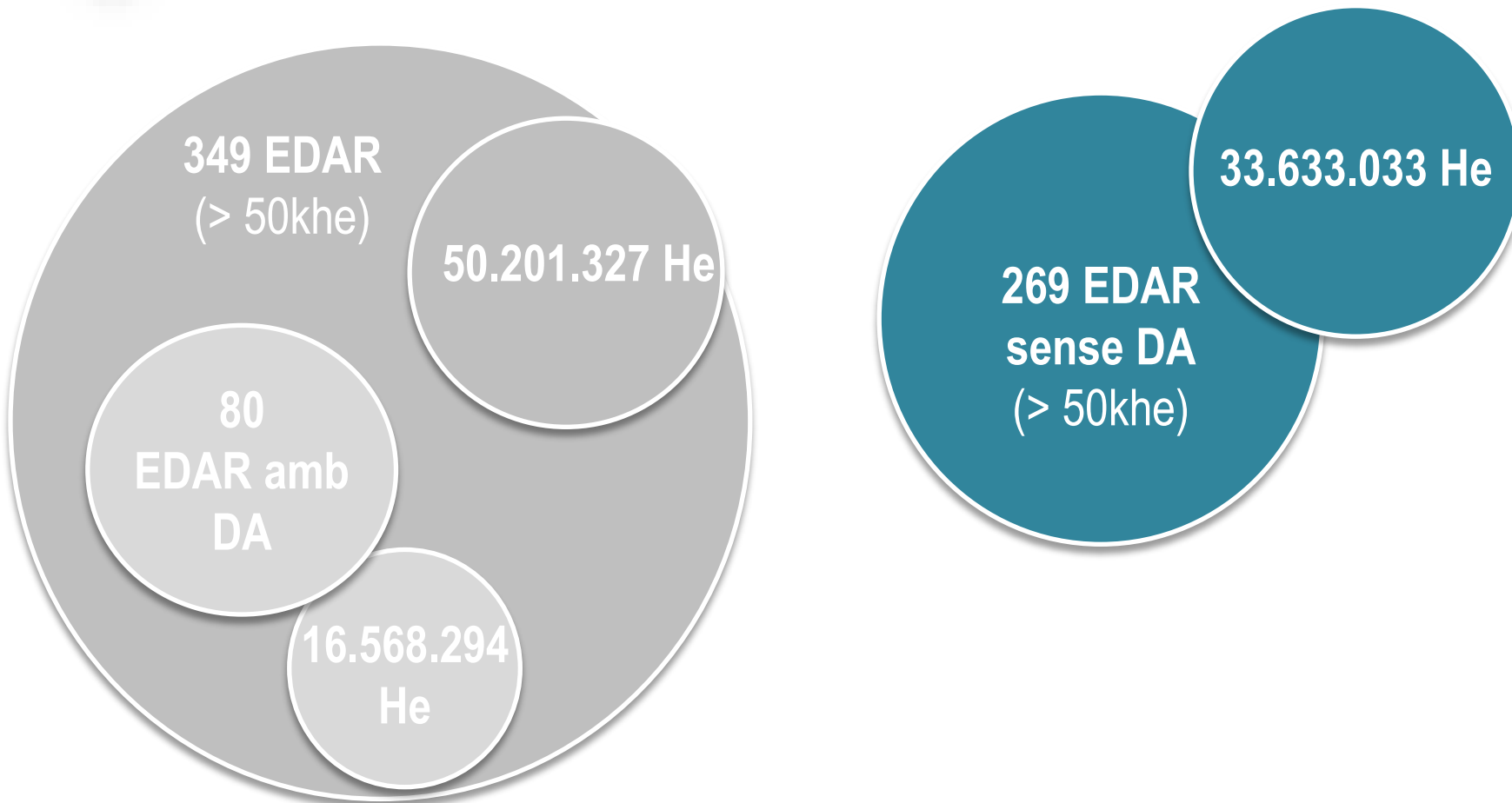




# Aprofitament de biogàs a EDAR

⚡ **Producció total** de biogàs real a l'estat espanyol de 777,42 GWh/any en 80 EDAR amb digestió anaeròbia.

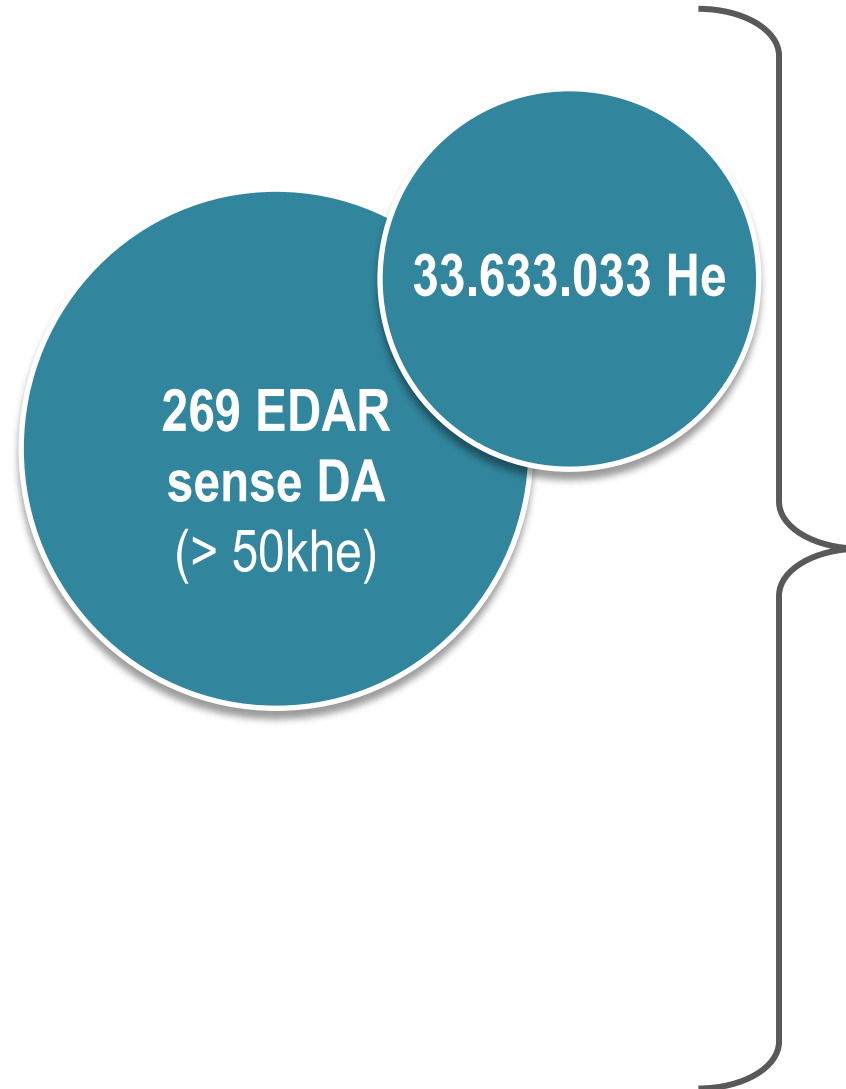
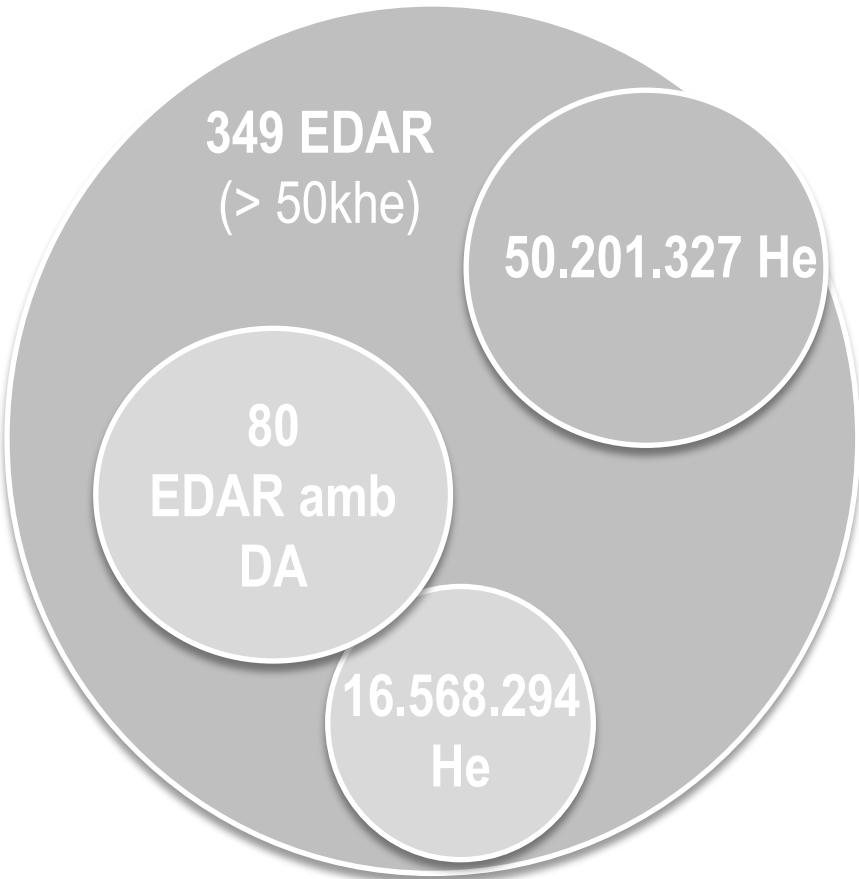
⚡ **Producció potencial**



# Aprofitament de biogàs a EDAR

⚡ **Producció total** de biogàs real a l'estat espanyol de 777,42 GWh/any en 80 EDAR amb digestió anaeròbia.

⚡ **Producció potencial**

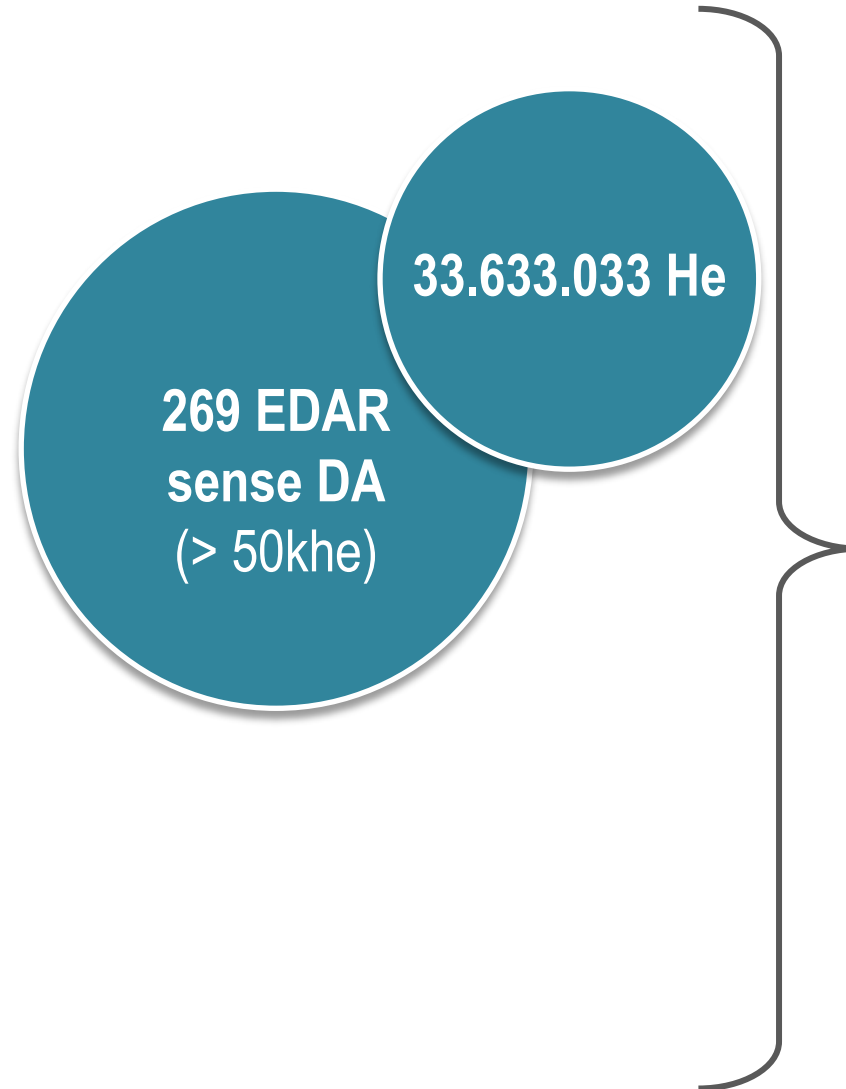
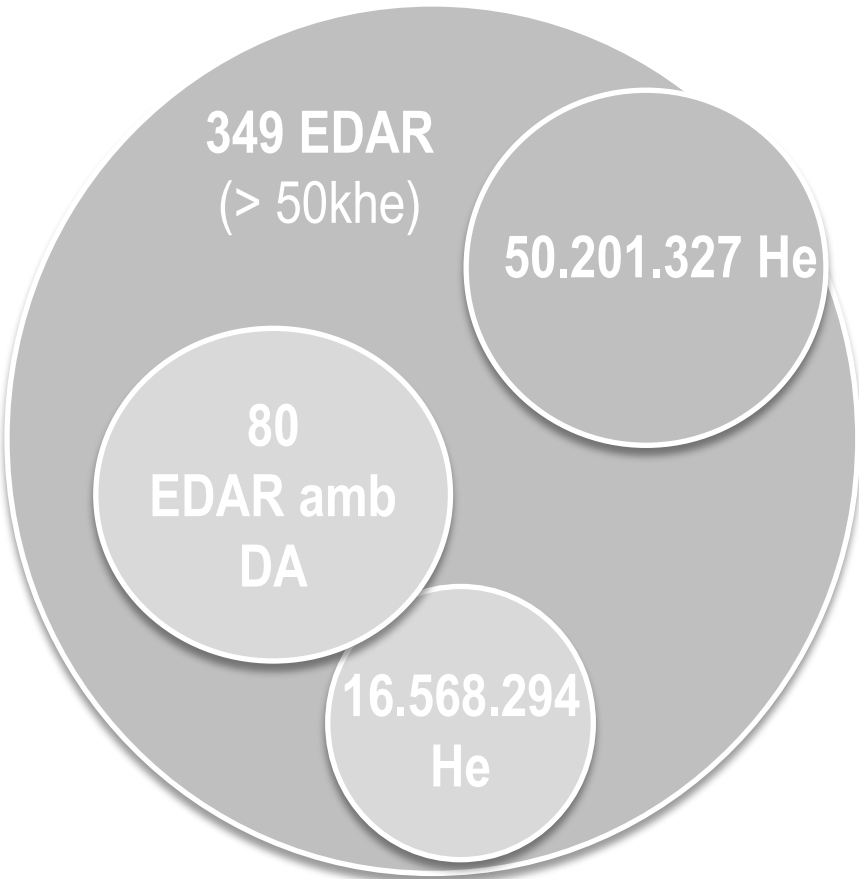


Generació estimada  
**7,8 Nm<sup>3</sup>/He i any**  
Amb un PCI estimat  
**6 kWh/Nm<sup>3</sup>**

# Aprofitament de biogàs a EDAR

⚡ **Producció total** de biogàs real a l'estat espanyol de 777,42 GWh/any en 80 EDAR amb digestió anaeròbia.

⚡ **Producció potencial**



Generació estimada  
**7,8 Nm<sup>3</sup>/He i any**  
Amb un PCI estimat  
**6 kWh/Nm<sup>3</sup>**



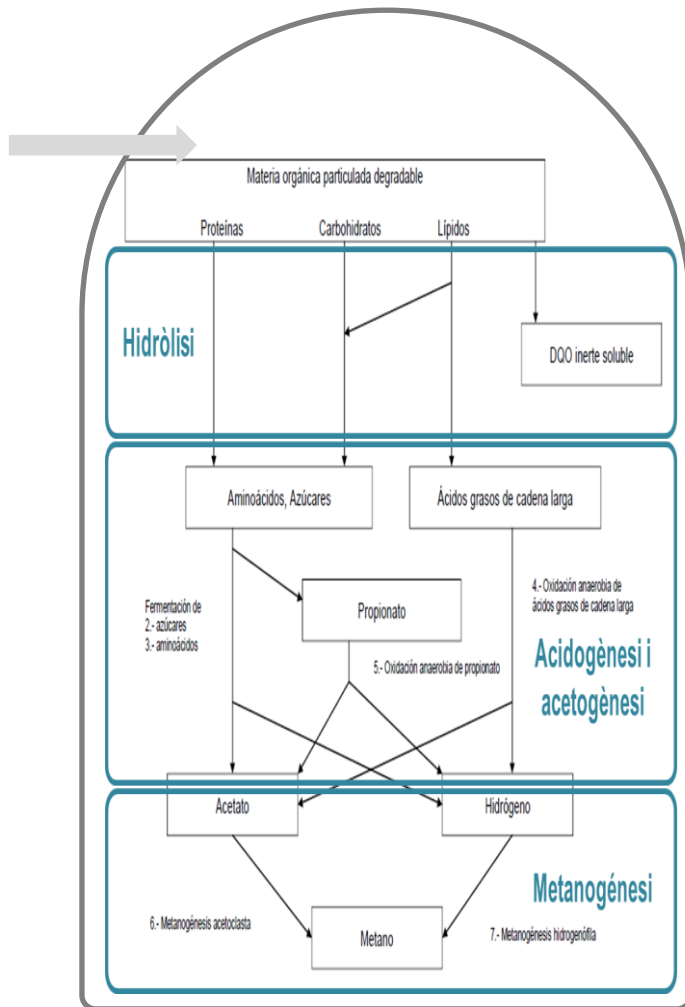
**1.574 GWh/any**

## Increment de la producció de biogàs

# Aprofitament de biogàs a EDAR

## Increment de la producció de biogàs

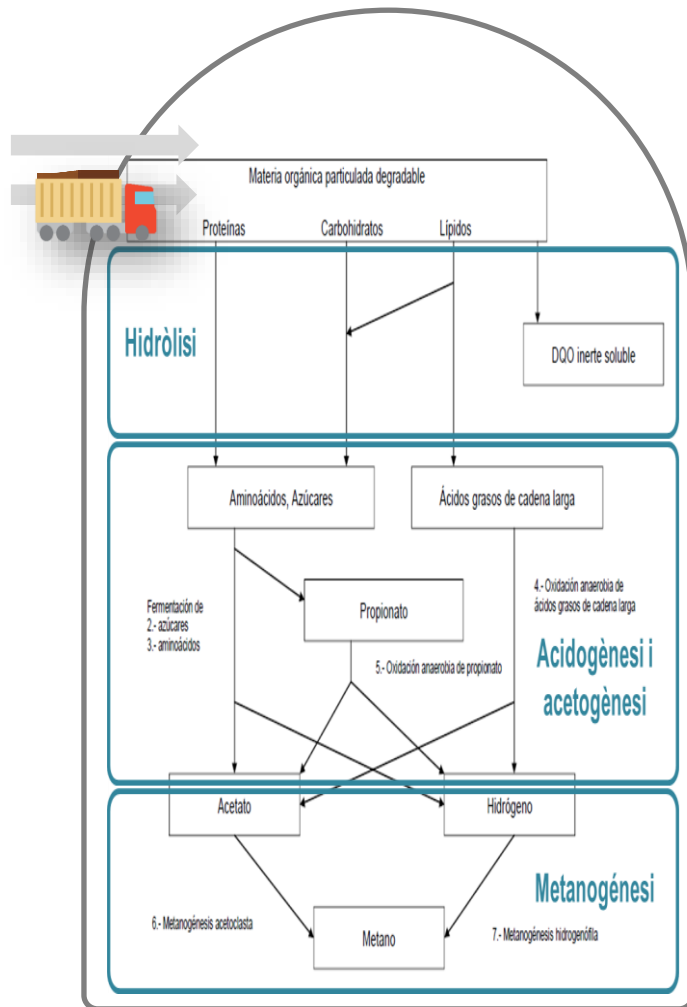
Fang EDAR



# Aprofitament de biogàs a EDAR

## Increment de la producció de biogàs

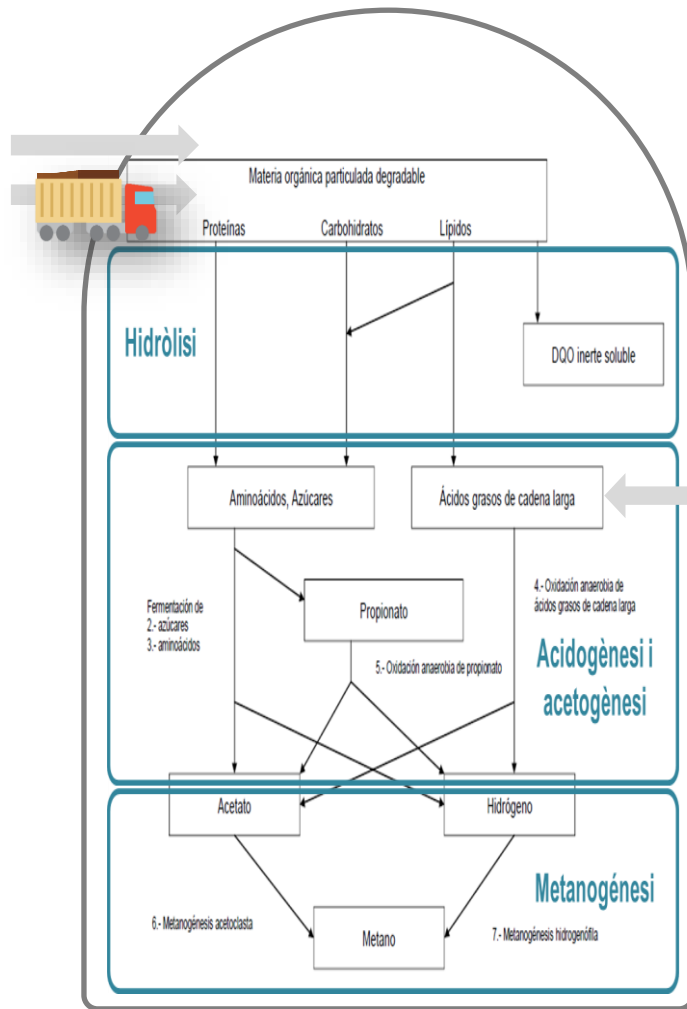
Fang EDAR



# Aprofitament de biogàs a EDAR

## Increment de la producció de biogàs

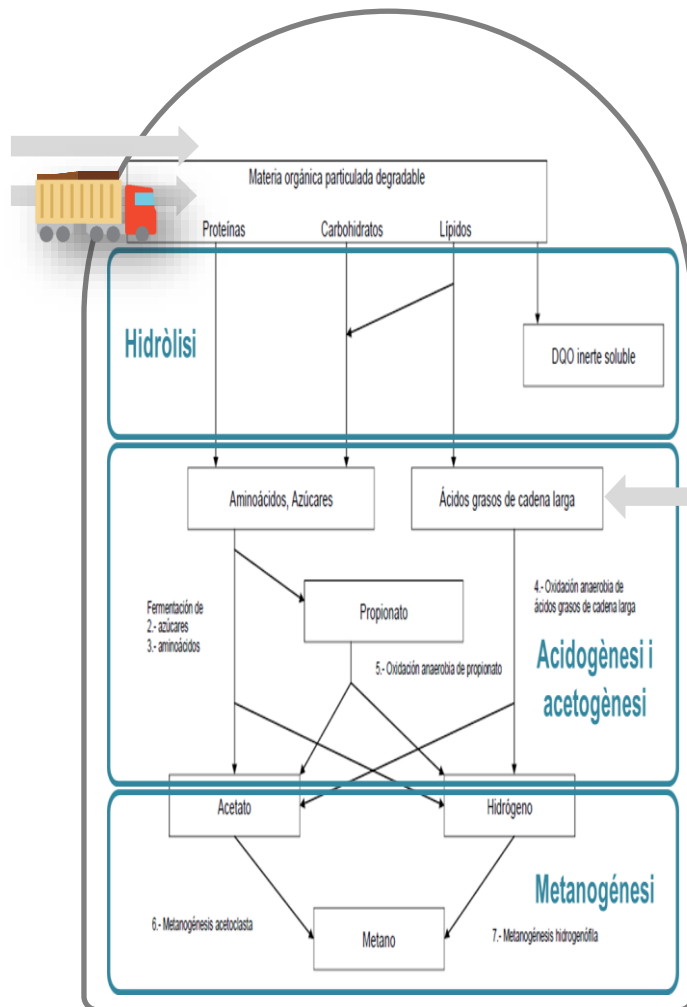
Fang EDAR



Altres → Cosubstrats a raó de **0,52 Nm<sup>3</sup>/kg DQO** aportada

## Increment de la producció de biogàs

Fang EDAR



## CODIGESTIÓ



Altres → Cosubstrats a raó de **0,52 Nm<sup>3</sup>/kg DQO aportada**



Elevada concentració de matèria carbonosa biodegradable (DQO elevada, en un rang de 200.000 a 1.500.000 ppm)



Absència de metalls pesants



Absència de contaminants emergents, substàncies prioritàries (biocides, dissolvents, detergents, fàrmacs, refrigerants...)



Baix contingut en nitrogen i fòsfor

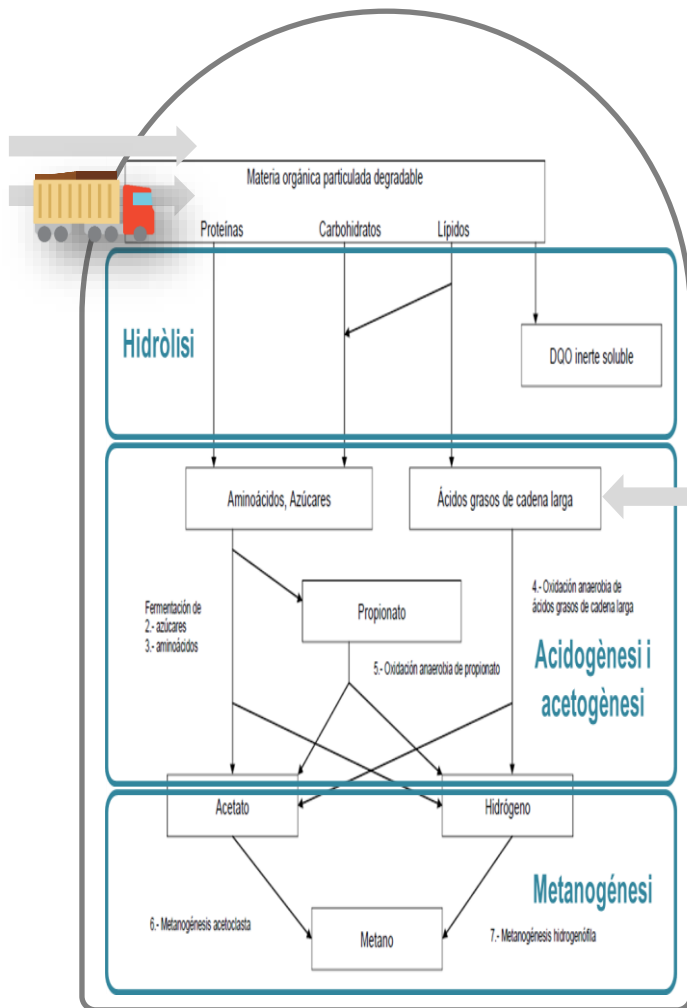


Baix contingut en sòlids inerts que augmentarien la quantitat de fang produïda



## Increment de la producció de biogàs

Fang EDAR



## CODIGESTIÓ



Altres → Cosubstrats a raó de **0,52 Nm<sup>3</sup>/kg DQO** aportada

- Elevada concentració de matèria carbonosa biodegradable (DQO elevada, en un rang de 200.000 a 1.500.000 ppm)
- Absència de metalls pesants
- Absència de contaminants emergents, substàncies prioritàries (biocides, dissolvents, detergents, fàrmacs, refrigerants...)
- Baix contingut en nitrogen i fòsfor
- Baix contingut en sòlids inerts que augmentarien la quantitat de fang produïda

**Caracterització FQ**  
 Entrada  
 Fracció sòlida digestat  
 Fracció líquida digestat

### Biodegradabilitat i potencial de metanització

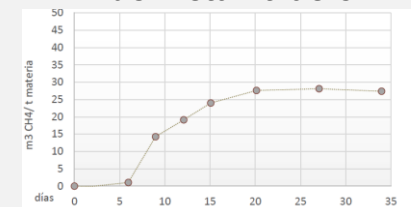


Figura 1: Gráfico producción metano

### Compatibilitat

Fecha	18/11/2016
Materias primas mezcladas	12CD04 & 11CD01
Orden de mezcla en vaso de reacción	1º 11CD01 + 2º 12CD04
pH y Temperatura inicio ensayo	6,19 a 13 °C
Rpm y tiempo ensayo	7 rpm durante 5 minutos; 85 rpm durante 5 minutos y se deja reposar durante 3 minutos.



Figura 2: Inicio ensayo

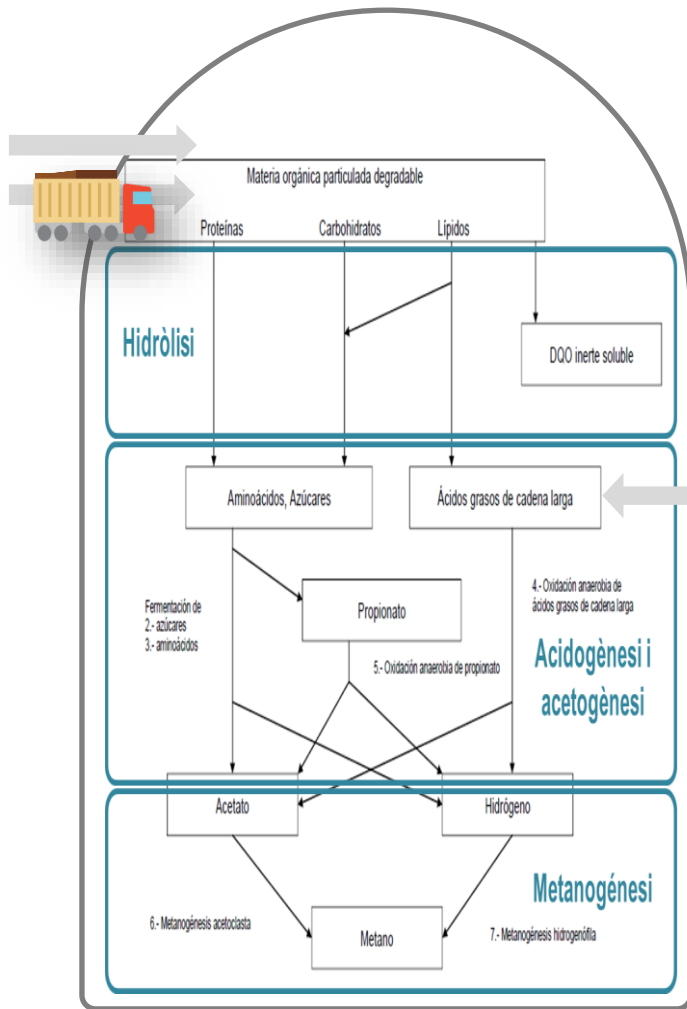


Figura 3: Final ensayo

# Aprofitament de biogàs a EDAR

## Increment de la producció de biogàs

Fang EDAR



Altres → Cosubstrats a raó de **0,52 Nm<sup>3</sup>/kg DQO** aportada

## CODIGESTIÓ

Tipo	Contenido orgánico	Sólidos volátiles (%)	Producción de biogás (m <sup>3</sup> /tonelada)
Intestinos + contenidos	Hidratos de carbono, proteínas, lípidos	15-20	50-70
Fangos de flotación	65-70% proteínas, 30-35% lípidos	13-18	90-130
BBO (tierras filtrantes de aceites, con bentonita)	80% lípidos, 20% otros orgánicos	40-45	350-450
Aceites de pescado	30-50% lípidos	80-85	350-600
Suero	75-80% lactosa, 20-25% proteínas	7-10	40-55
Suero concentrado	75-80% lactosa, 20-25% proteínas	18-22	100-130
Hidrolizados de carne y huesos	70% proteínas, 30% lípidos	10-15	70-100
Mermeladas	90% azúcares, ácidos orgánicos	50	300
Aceite soja/margarinas	90% aceites vegetales	90	800-1000
Bebidas alcohólicas	40% alcohol	40	240
Fangos residuales	Hidratos de carbono, lípidos, proteínas	3-4	17-22
Fangos residuales concentrados	Hidratos de carbono, lípidos, proteínas	15-20	85-110

Fte: IDAE Angelidaki y Ahiring, 1997 y GIRO

## Increment de la producció de biogàs

Pretractaments del fang pre digestió amb la finalitat millorar el trencament cel·lular i així afavorir l'increment de generació de biogàs.

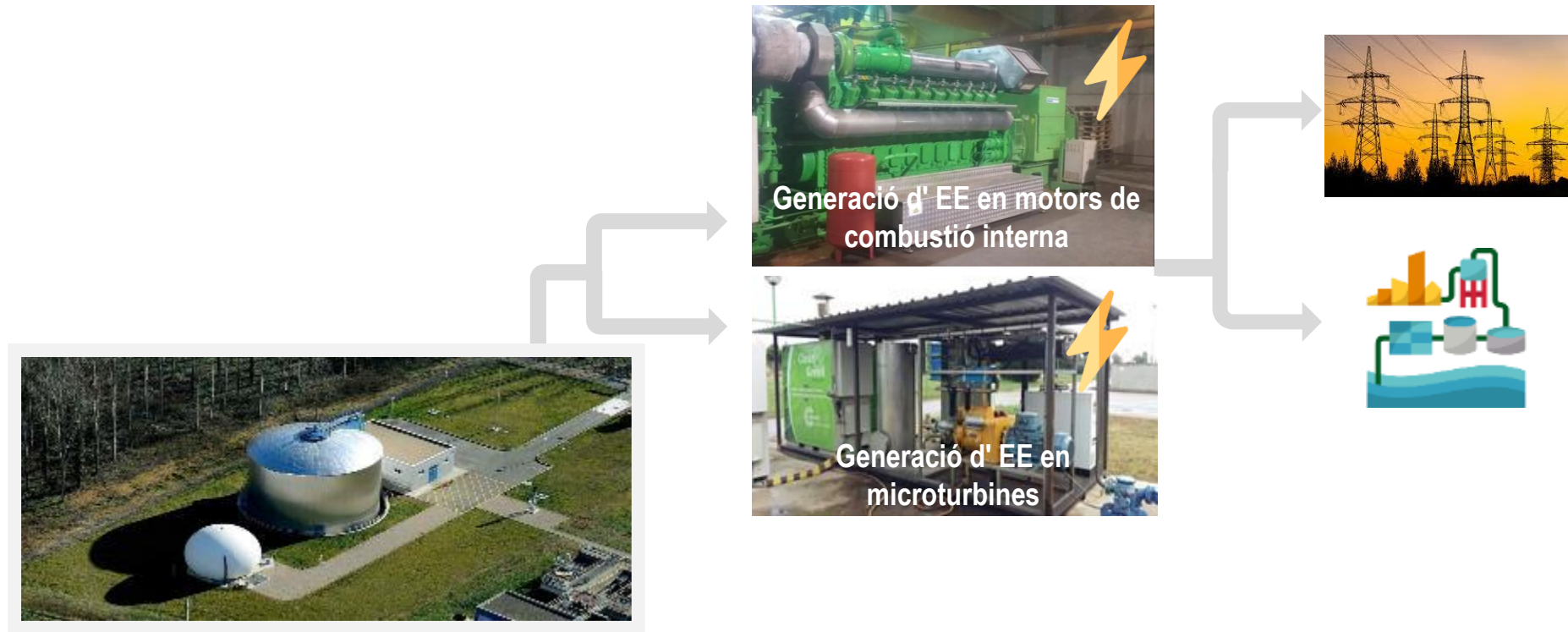
- Hidròlisi Tèrmica
- UltraSons



# Aprofitament de biogàs a EDAR



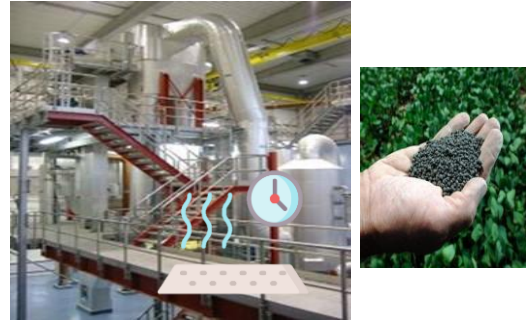
# Aprofitament de biogàs a EDAR



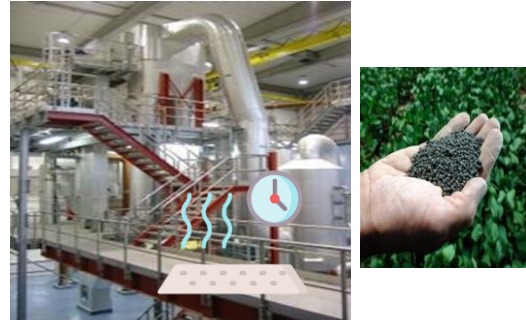
# Aprofitament de biogàs a EDAR



# Aprofitament de biogàs a EDAR

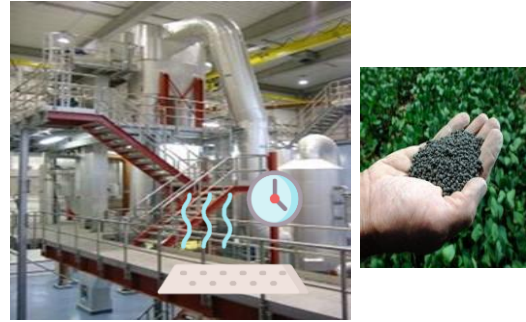


# Aprofitament de biogàs a EDAR





# Aprofitament de biogàs a EDAR



- ⚡ Aigua per l'Energia  
Energia per l'Aigua → Energia de l'Aigua
- ⚡ Els nous requeriments legals cada vegada demanden majors qualitats en l'aigua producte → a priori implica una major demanda energètica.
- ⚡ Existeix un gran potencial de generació d'energia relacionada amb la gestió dels fangs d'EDAR.
- ⚡ Generació de hidrogen verd → amb l'electròlisi de l'aigua o través de la generació de biometà
- ⚡ Generació d'altres tipus d'energia renovables, pex. FV, dins de les instal·lacions de gestió d'aigua també suposen una font d'energia addicional.
- ⚡ Binomi aigua – energia es indivisible i cada vegada agafa major importància.





Vic, 18 i 19 de Març de 2025  
Aigua: Convivència i supervivència

## Consorci Besòs Tordera

[www.besos-tordera.cat](http://www.besos-tordera.cat)

Begoña Martínez

[bmartinez@besos-tordera.cat](mailto:bmartinez@besos-tordera.cat)



[www.linkedin.com/in/begona-martinez-lopez](https://www.linkedin.com/in/begona-martinez-lopez)