

# FLEXIBILIDAD DE LA DEMANDA EN EDAR

## ARTÍCULO



**Pablo Durán Gómez**

Responsable de proyecto, departamento de Energía, Instituto Tecnológico de Galicia (ITG).



**Eduardo Fontúrbel Martínez**

Responsable de proyecto, departamento de Energía, Instituto Tecnológico de Galicia (ITG).

### Introducción

En este artículo se presentan las posibilidades actuales en cuanto a la flexibilidad de la demanda en España, se describen los procesos en las EDAR con potencial de flexibilidad y sus características y una valoración económica de la participación en los mercados de flexibilidad.

### Mercados de flexibilidad de la demanda

En España actualmente las únicas posibilidades para ofertar servicios de flexibilidad en el mercado de energía eléctrica se limitan al mercado de balance. En este mercado existen varias opciones:

**- Regulación secundaria.** Servicio prestado en el marco de una zona de regulación. Se debe tener en cuenta su naturaleza automática, necesidades de infraestructura y las pruebas exigentes de habilitación. Se remunera la banda de potencia ofertada (MW) y la energía finalmente consumida/generada (MWh), valorada generalmente a precio de la energía de regulación terciaria.

**- Regulación terciaria.** Los tiempos de respuesta permiten una activación manual. Se valora la energía finalmente consumida/generada.

**- Reserva de sustitución.** Sólo se valora la energía finalmente consumida/generada.

A continuación, se adjunta un gráfico con las características técnicas exigidas por cada producto de balance.

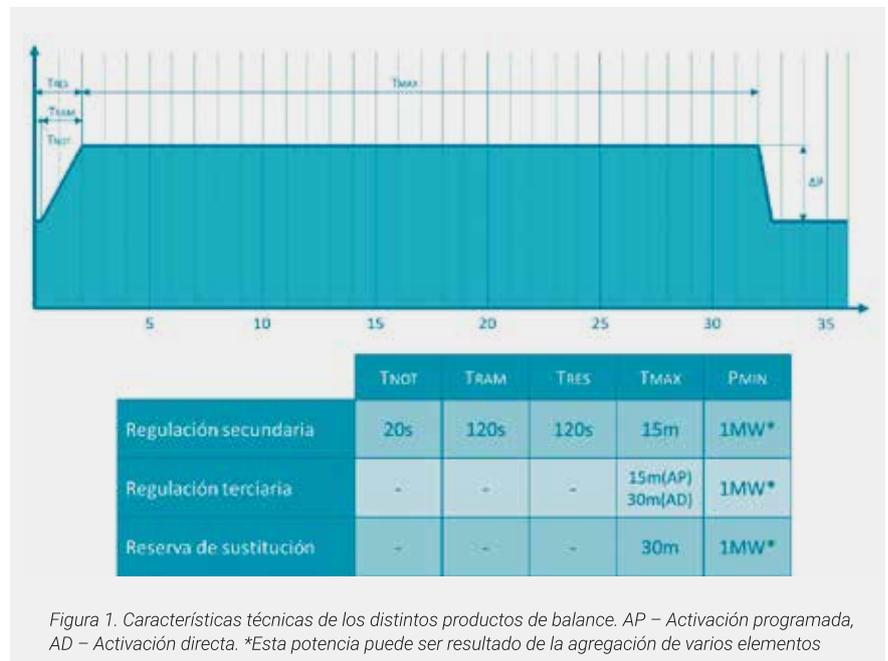


Figura 1. Características técnicas de los distintos productos de balance. AP – Activación programada, AD – Activación directa. \*Esta potencia puede ser resultado de la agregación de varios elementos

Se pone de relevancia la figura del Agregador de la demanda ante los requerimientos de potencia mínima. Actualmente en España este papel únicamente lo pueden desempeñar las comercializadoras a falta de un marco normativo para un agregador de la demanda independiente. Además de los mercados de balance el OMIE junto con el IDAE en el proyecto IREMEL conciben un **mercado local de flexibilidad a corto plazo**, en el que convocarán subastas ante la previsión de una posible congestión de una zona. Existen ya plataformas demostrativas para estos mercados de flexibilidad locales, no obstante, todavía no están en funcionamiento.

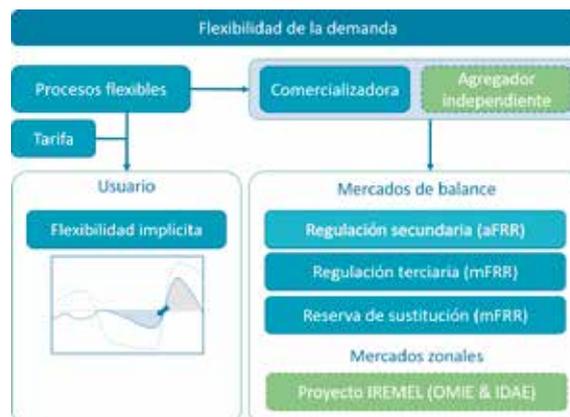


Figura 2. Resumen de opciones de flexibilidad en España. En verde con línea punteada opciones disponibles a futuro. Regulación secundaria disponible, pero con dificultades.

**Procesos flexibles en EDAR**

Se presentan las opciones flexibles identificadas para las EDAR basadas en fangos activos, tipología de EDAR predominante en la zona de Galicia y el norte de Portugal, en la *Tabla 1*.

Se pueden consultar parámetros de referencia para la operativa flexible de los distintos procesos en [1].

También existe la opción de integrar un electrolizador que permita obtener hidrógeno en momentos de precio valle y emplearlo posteriormente bien como subproducto o para la producción de energía, aumentando las opciones flexibles. Además, el oxígeno obtenido se podría emplear para mejorar la eficiencia de los procesos de aireación mediante soplante. Este caso se analiza en [3].

Equipo	Potencial flexible	Restricciones y consideraciones
Grupo de bombeo de cabecera	Flexibilidad (+, -, I) Empleando los volúmenes de pozos de gruesos, de bombeo y tanque de tormentas	- Evitar aspiración en vacío de las bombas en caso de flexibilidad (-) - Evitar periodos sin bombeo elevados, decantación excesiva, sepsis del agua, atascamiento de bombas. - En tiempo húmedo saturación de volúmenes por lluvias.
Soplantes (desarenado / desengrasado)	Flexibilidad (+, -, I)	- Favorecen la precipitación de arenas y la separación de grasas. - Apagado prolongado puede deteriorar procesos de EDAR aguas abajo. (Abrasión por arenas, empeoramiento de rendimiento en reactor biológico).
Agitador de palas		
Bombas de extracción de arenas	Flexibilidad (I). Programar retirada de residuos en horas más favorables	- Evitar acumulación excesiva de arenas/grasas. Se pueden emplear sensores de nivel y turbidez para el control. - Potencia de equipos involucrados baja.
Bombas de extracción de grasas		
Soplantes / Rotores (Reactor biológico)	Flexibilidad (+, -, I) (-) mediante sobre oxigenación. (I) espaciando funcionamiento en momentos valle de precio y aumentando frecuencia en momentos pico	- Considerar niveles amonio, nitritos, redox y oxígeno disuelto para garantizar rendimiento. Elemento clave en proceso. - Considerar procesos de nitrificación - desnitrificación. - Aireación sostenida puede provocar: desprendimiento de biomasa, afectando calidad efluente, formación excesiva de espumas. - Tiempo apagado excesivo correlaciona positivamente con bulking en decantador secundario. - Recomendable uso de sensores de turbidez y amonio a la salida de reactor para operar en límites seguros. - Decantador secundario amortigua valores químicos a la salida de reactor.
Agitadores (Reactor biológico)	Flexibilidad (+, -, I) (I) espaciando funcionamiento en momentos valle de precio y aumentando frecuencia en momentos pico.	- Evitar sedimentación de fangos excesiva en reactor. - Garantizar mezcla homogénea en reactor.
Bombas de recirculación (de reactor y de retorno de lodos)	Flexibilidad (+, I) (I) aumentando tasa de recirculación en momentos valle de precio y viceversa.	- Importante para mantener el nivel de biomasa en el reactor. - Control se hace proporcional a caudal de entrada, a caudal fijo o consignas por horas.
Centrifugadoras / Filtro banda / Filtro prensa	Flexibilidad (I). Programación de funcionamiento en horas valle. Generalmente proceso no interrumpible.	- Requiere de presencia de personal para su operación y mantenimiento.
Bombas extracción lodos en exceso	Flexibilidad (+, I)	- Evitar acumulación excesiva de lodos que comprometa decantación. Se pueden emplear sensores de nivel y turbidez.
Bomba de recirculación de lodos en digestor	Flexibilidad (+, -, I) (+, -) Reduciendo/aumentando recirculación aprovechando inercia térmica de digestor. (I) Regulando recirculación en función de precios.	- Mantener la temperatura en el digestor en niveles apropiados. Temperatura afecta de forma directa a velocidad de reacción. - Se podrían conseguir tiempos de apagado de hasta 60 minutos.
Unidad de cogeneración (motor alternativo, turbina)	Flexibilidad (+, -, I) (+, -) aumentar/reducir potencia generada (I) favorecer generación en momentos de precios más altos	- En algunos casos se restringe el vertido de energía eléctrica a la red. - Considerar coste de oportunidad en caso de desaprovechar gas por estar el depósito lleno (flexibilidad negativa).
Generador de emergencia (grupo electrógeno)		- Considerar precio de importar energía frente a precio de emplear el generador.

Tabla 1. Listado de equipos con potencial flexible en EDAR de fangos activos.

### Resultados participación en mercados balance

Se presentan resultados de simulaciones obtenidas mediante el método Monte Carlo de los posibles ingresos obtenidos por la participación de los mercados de flexibilidad a subir (reducción consumo). En la *Tabla 2* se pueden consultar los ingresos anuales que se podrían obtener por la flexibilización de los equipos de la EDAR para valores de potencia nominal observados en la región de Galicia y norte de Portugal.

Equipo	Probabilidad de casación y activación considerada	Tiempo entre activaciones [ud. 15 min]	Rango potencia nominal	Beneficios R2	Beneficios R3	Beneficios RR
Bombeo de cabecera	0.5	6.0	[2-90]	100.97€ 4,543.80€	27.59€ 1,241.77€	52.20€ 2,349.14€
Desarenado - Soplantes	0.5	6.0	[1.5-7.5]	75.73€ 378.65€	20.70€ 103.48€	39.15€ 195.76€
Aireación - Soplantes	0.5	4.0	[7.5-110]	571.45€ 8,381.31€	161.85€ 2,373.82€	306.40€ 4,493.91€
Aireación - Rotores	0.5	6.0	[15-52]	757.30€ 2,625.31€	206.96€ 717.47€	391.52€ 1,357.28€
Agitadores - aireación	0.5	6.0	[0.37-13]	18.68€ 656.33€	5.11€ 179.37€	9.66€ 339.32€
Bombeo de recirculación salida reactor	0.5	10.0	[2-21.2]	60.45€ 640.77€	15.92€ 168.76€	29.98€ 317.82€
Bombeo de recirculación de lodos	0.5	4.0	[1.3-3]	99.05€ 228.58€	28.05€ 64.74€	53.11€ 122.56€
Centrifugas	0.5	10.0	[1-37.5]	30.22€ 1,133.44€	7.96€ 298.51€	14.99€ 562.18€
Agitador (digestor)	0.5	4.0	[0.37-2.2]	28.19€ 167.63€	7.98€ 7.48€	15.12€ 89.88€
Bombeo de recirculación de lodos calientes (digestor)	0.5	10.0	[5-10]	151.12€ 302.25€	39.80€ 79.60€	74.96€ 149.91€
Bombeo de lodos primarios (digestor)	0.5	4.0	[5-10]	380.97€ 761.94€	107.90€ 215.80€	204.27€ 408.54€
Grupo generador	0.5	6.0	[100-800]	5,048.67€ 40,389.34€	1,379.74€ 11,037.93€	2,610.16€ 20,881.26€
Generador de emergencia*	0.01	2.3	[100-300]	266.24€ 798.72€	80.95€ 242.86€	153.67€ 461.0€

Tabla 2. Potenciales ingresos por flexibilización de los equipos y participación en los mercados de balance a subir (+).

\*Probabilidad de casación baja debido a las pocas veces en las que el precio retribuido por la energía activada es superior al precio de producir energía con gasóleo.

### REFERENCIAS

- [1] M. Schäfer, 2020, Short-term flexibility for energy grids provided by wastewater treatment plants with anaerobic sludge digestion
- [2] Zhaoqing Wang, Dungan Gu\*, Jiaqi Lu, Nan Zhang, Yang Liu, and Guanghui Li, 2022, Scheduling of Batch Operation for a Wastewater Treatment Plant under Time-of-Use Electricity Pricing.
- [3] Rickey Donald, Jonathan G. Love, 2023, Energy shifting in wastewater treatment using compressed oxygen from integrated hydrogen production.

# EL PROYECTO

Aqualitrans II es un proyecto POCTEP continuación del proyecto Aqualitrans I. El objetivo general del proyecto es la mejora de la sostenibilidad y la eficiencia en el sector de la depuración de aguas residuales, alineándolas con las necesidades que surgen con la Transición Energética, como la integración de generación renovable, el aumento de la flexibilidad de la demanda y la participación activa del consumidor en el mercado eléctrico. El proyecto fomenta la mejora de la eficiencia, la implantación de energías renovables y la digitalización, avanzando en la

transición ecológica y la adaptación al cambio climático del espacio transfronterizo y promoviendo la implantación de modelos energéticos innovadores.

Los socios de este proyecto son: la Fundación Instituto Tecnológico de Galicia (ITG) como líder del proyecto, el Instituto Energético de Galicia (INEGA), Augas de Galicia, Águas e Energia do Porto e Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial (INEGI).

