

Fernando Echevarría Camarero y Eduardo Fontúrbel Martínez

ANÁLISIS ENERGÉTICO DE ESTACIONES DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES

Introducción

Las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) utilizan una combinación de procesos físicos, químicos y biológicos que se aplican en función de las características del agua residual a tratar.

Las EDAR son grandes consumidoras de energía eléctrica. Los costes energéticos de una EDAR suponen, de media, más del 50% del total de costes de operación y mantenimiento. Entre los procesos que más energía demandan se encuentran: la aireación, el bombeo, la desinfección ultravioleta o la deshidratación de lodos entre otros.

En el marco del proyecto Aqualitrans se ha realizado un análisis de 173 EDAR emplazadas en Galicia y en el Norte de Portugal con objeto de compararlas energéticamente a través de indicadores, y posteriormente actuar sobre aquellas EDAR que muestren un uso deficiente de la energía. Este análisis se describe en un artículo anterior "Caracterización energética de 173 EDAR de Galicia y Norte de Portugal".

El objeto del presente artículo es profundizar en el análisis realizado en 10 de las 173 EDAR en las cuales se ha llevado a cabo un estudio más exhaustivo que en el resto.

Datos utilizados

Para el grupo de las 173 EDAR ha sido analizada la siguiente información

- Datos de diseño: Habitantes equivalentes, caudal medio...
- Datos mensuales de consumo energético (Años 2014 a 2016).
- Datos mensuales del caudal de agua bruta y de agua tratada (Años 2014 a 2016).

- Datos mensuales (periódicos) de analíticas de DBO5, DQO; N, P, MES (Años 2014 a 2016).
- Inventario de equipos y potencias.

Para el subgrupo de las 10 EDAR (objeto de este artículo) se ha analizado además la siguiente información:

- Medidas eléctricas in situ con analizador de redes de los principales equipos consumidores.
- Horas de funcionamiento anual de los principales equipos consumidores.
- Características eléctricas y especificaciones de equipos.

Esta información extra ha permitido llevar a cabo un desglose del consumo energético por proceso de estas 10 EDAR, tal y como muestra la siguiente figura.

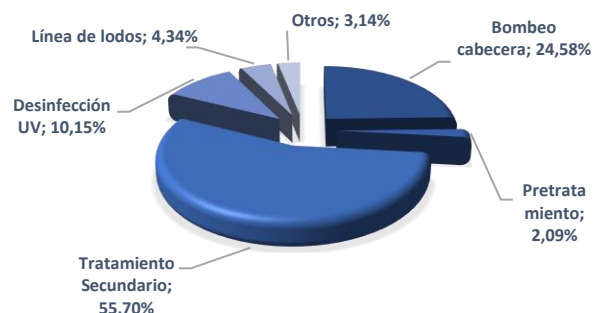


Figura 1: Ejemplo de reparto de consumos eléctricos entre los principales procesos en una de las EDAR analizadas.

También se ha podido desglosar el consumo energético a nivel de equipo, tal y como se observa en la siguiente gráfica:

PROYECTO AQUALITRANS

El Proyecto Aqualitrans se enmarca dentro del Programa Operativo de Cooperación Transfronteriza España-Portugal 2014-2020. Se trata de un proyecto de colaboración entre Aguas de Galicia, el Instituto Enerxético de Galicia (INEGA), la Fundación Instituto Tecnológico de Galicia, Águas do Município do Porto y el Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial (INEGI). Aqualitrans surge del compromiso de las Administraciones públicas para la creación de un modelo energético eficiente y sostenible para las EDAR.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GALICIA

Fernando Echevarría Camarero y Eduardo Fontúrbel Martínez

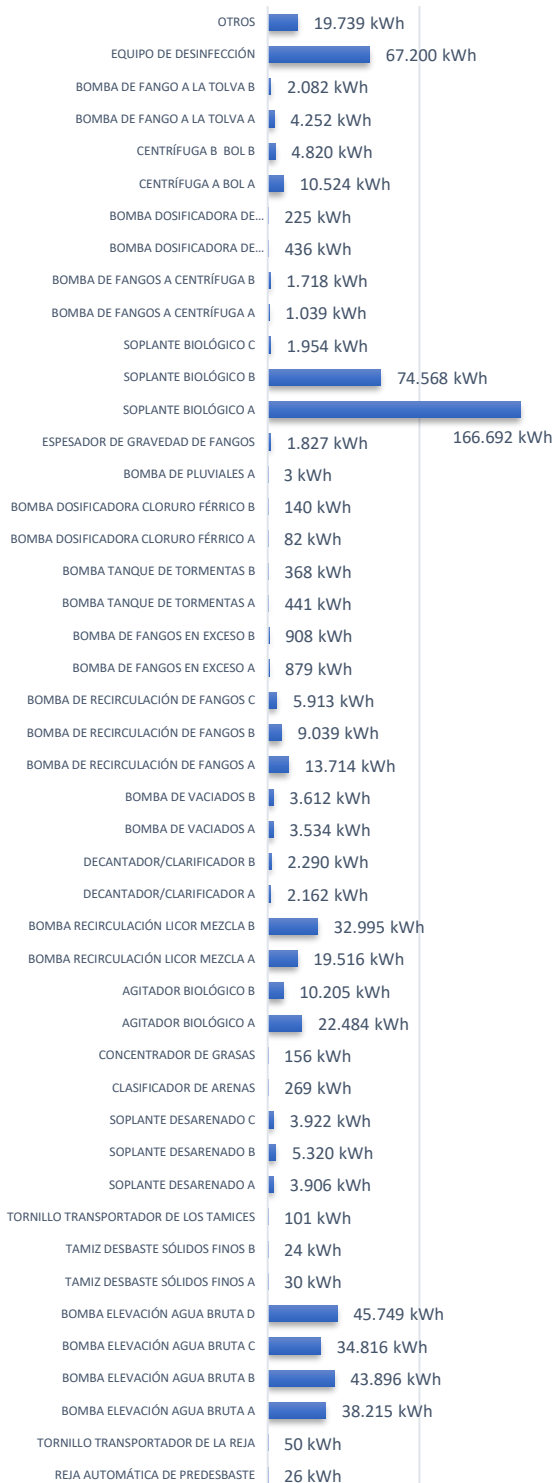


Figura 2. Ejemplo de reparto del consumo eléctrico anual por equipo en una de las EDAR analizadas

Comparativas entre EDAR

El exhaustivo análisis llevado a cabo en estas 10 EDAR ha permitido realizar comparativas de consumos e indicadores energéticos por proceso. A continuación, se muestra como ejemplo, la potencia y energía utilizada por cada habitante equivalente tratado en cada uno de los procesos de cada EDAR.

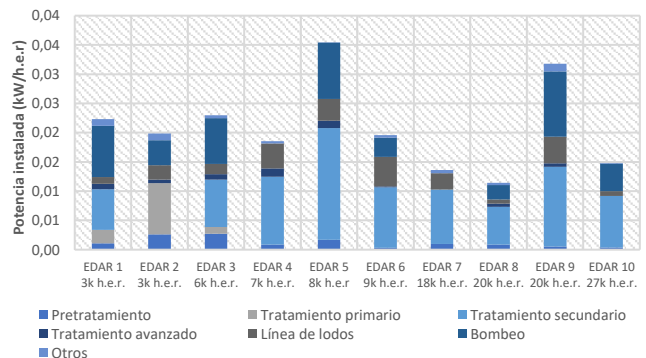


Figura 3: Potencia instalada/habitante equivalente real tratado para diferentes EDAR ordenadas según número de h.e.r.

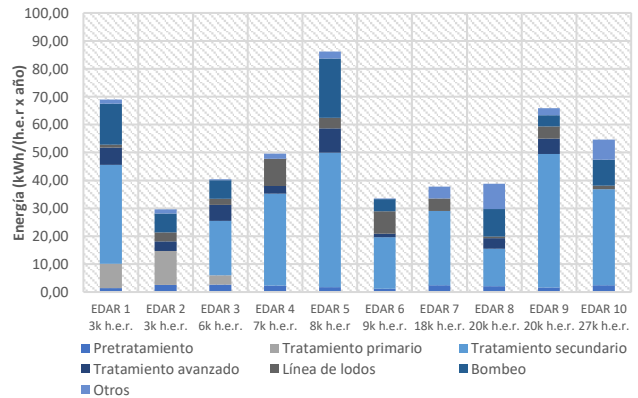


Figura 4. Consumo energía/habitante equivalente tratado para diferentes EDAR ordenadas según número de h.e.r.

El hecho de haber analizado el consumo energético por proceso ha permitido, no sólo identificar cuáles son la EDAR cuyo consumo energético se excede de lo habitual según su tipología y tamaño, sino que también, ha permitido localizar en que procesos concretos existen las mayores desviaciones en cuanto al uso de la energía y por lo tanto saber en qué puntos es necesario actuar.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GALICIA

Fernando Echevarría Camarero y Eduardo Fontúrbel Martínez

Para estas 10 EDAR también se han extraído datos históricos de los contadores de distribuidora, y así llevar a cabo optimizaciones en los contratos de suministro eléctrico.

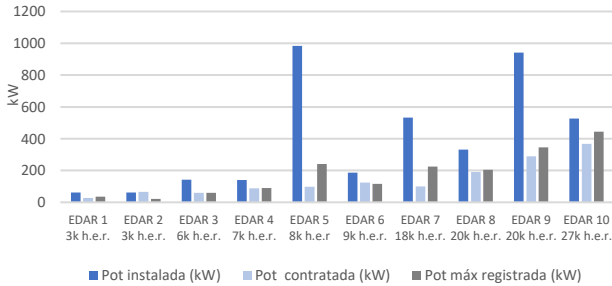


Figura 5: Potencia contratada, instalada y máxima registrada en las diferentes EDAR para un periodo de un año.

Como se observa en la figura anterior, las relaciones entre potencias son muy heterogéneas. Se ha realizado un análisis particularizado para cada EDAR y se han optimizado los contratos con las comercializadoras para reducir los costes en la facturación.

El siguiente gráfico muestra el precio pagado por kWh ponderado según la energía consumida en cada uno de los periodos. Los colores distinguen la tarifa a la que están acogidas las EDAR.

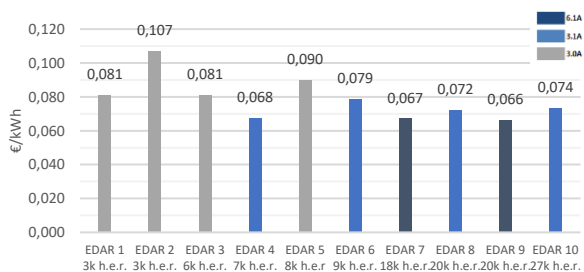


Figura 6: Precio del kWh ponderado.

Para profundizar más en este aspecto, se ha analizado el kWh totalizado (que incluye todos los términos fijos y variables de la factura).

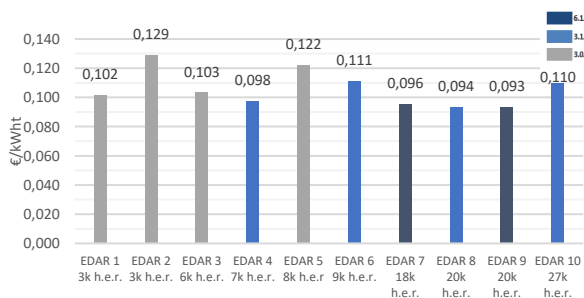


Figura 7: Precio del kWh totalizado (incluye todos los términos de la factura)

La variabilidad observada indica la necesidad de evaluar los contratos energéticos de las EDAR para optimizar el tipo de tarifa, los costes de energía y los de potencia contratada.

Efecto de las precipitaciones en el consumo energético

Entre los análisis realizados también se ha estudiado el impacto de las precipitaciones en el consumo energético, los gráficos expuestos a continuación muestran la relación entre el caudal tratado en una de las EDAR y las precipitaciones registradas en la zona.

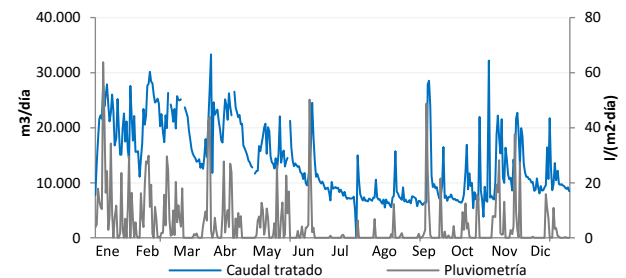


Figura 8: Pluviometría diaria registrada por la Estación Meteorológica de Vigo Campus, caudal de entrada y caudal tratado en la depuradora. Periodo 2016.

Se aprecia cierta correlación, que se distingue con más claridad al comparar periodos mensuales:

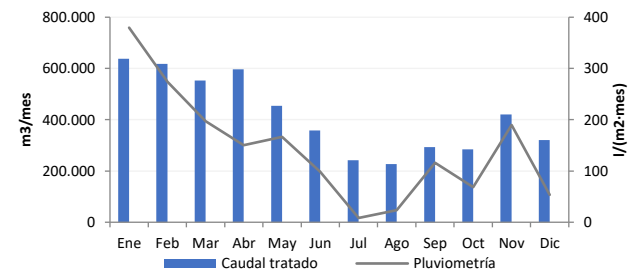


Figura 9: Pluviometría mensual y caudal tratado en la depuradora.

El siguiente gráfico pone de manifiesto la escasa relación entre el consumo eléctrico de la planta y el caudal de entrada, esta escasa correlación ha sido general, exceptuando aquellas EDAR cuyo consumo debido al sistema de bombeo de cabecera o de emisarios es muy relevante.

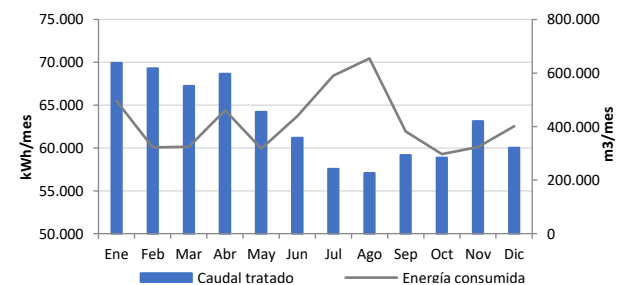


Figura 10: Consumo eléctrico y caudal tratado en EDAR analizada.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE GALICIA

Fernando Echevarría Camarero y Eduardo Fontúrbel Martínez

Medidas para la mejora de la eficiencia energética de las EDAR analizadas

Se han detectado y analizado diversas medidas de mejora aplicables a las EDAR estudiadas. Para ello se han realizado visitas a planta, se han monitorizado los equipos implicados, y se ha evaluado su funcionamiento y su potencial de mejora. Entre las medidas estudiadas destacan las siguientes:

- Sustitución por motores de alta eficiencia
- Sustitución de motores sobredimensionados
- Sustitución de bombas sobredimensionadas
- Optimización de estrategias de bombeo
- Uso de variadores de frecuencia
- Implantación de tecnología de aireación por difusión
- Sustitución de difusores por difusores de alta eficiencia
- Limpieza de difusores y circuito de aireación
- Reparación de difusores averiados o con pérdida de rendimiento
- Cambio en la configuración y número de difusores
- Separación método de aireación y agitación
- Empleo de tecnología de soplantes más eficientes
- Redimensionamiento de soplantes
- Sistemas de control para el sistema de aireación
- Optimización de la sumergencia de rotores
- Regulación del sistema de desinfección ultravioleta
- Utilización de lámparas UV de baja presión
- Automatización del sistema de desodorización
- Aislamiento de viejos digestores
- Integración de sistema de energía solar fotovoltaica
- Aprovechamiento energía hidráulica
- Mejora del sistema de iluminación
- Integración de sistemas de monitorización y supervisión energética
- Ajuste de la potencia contratada
- Desplazamiento de procesos a periodos tarifarios más económico
- Ajuste del factor de potencia

Algunas de estas medidas de mejora están siendo implementadas en la actualidad, y se están acompañando de un sistema de monitorización desarrollado por ITG para evaluar la eficacia de las mismas.



Figura 11: Monitorización en tiempo real de potencias y tensión de sistema de bombeo en EDAR tras sustitución por un sistema de mayor eficiencia.



Figura 12: Monitorización en tiempo real de potencias y energía de soplantes regulados por estrangulamiento

Conclusiones

El análisis por proceso que se ha llevado a cabo en las 10 EDAR objeto de esta publicación, ha sido un análisis más profundo que el realizado en el resto de las 173 EDAR. La diferencia principal ha sido que para estas 10 EDAR se han realizado visitas a planta y se han tomado medidas in situ, lo cual ha proporcionado resultados interesantes:

- Ha permitido conocer en qué procesos concretos y hasta en qué equipos existen los mayores desvíos de consumo energético.
- El poder comparar rendimientos de procesos entre depuradoras ha permitido localizar donde se encuentran las principales deficiencias desde el punto de vista energético.
- Se han estudiado diversas medidas de mejoras aplicables a los problemas concretos encontrados en las EDAR analizadas.
- Ha permitido desmitificar algunas de las medidas de mejora habituales como el uso sistemático de variadores de frecuencia en bombeos.
- La monitorización de las medidas de mejora adoptadas permitirá evaluar el impacto real que éstas tienen en la eficiencia energética de la EDAR.

El consumo energético de la depuración de aguas supone el 1% de la energía consumida en la UE, por lo que la mejora de la eficiencia energética en este sector debe ser una prioridad. Comparar rendimientos energéticos para luego analizar aquellas plantas o procesos donde se producen los mayores desvíos se revela como una opción de gran utilidad para mejorar la eficiencia energética de las EDAR.